This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Digitized by Google

HEEK GENT
Digitized by Google

Phys 562

Digitized by Google

TRAITÉ

DE

CHIMIE GÉNÉRALE.

—

TOME SIXIÈME.

Digitized by Google

Paris. — Imprimerie de L. MARTINET, rue Mignon, 2.

Digitized by Google

TRAITÉ

DE

CHIMIE GÉNÉRALE

COMPRENANT

LES APPLICATIONS DE CETTE SCIENCE

A L'ANALYSE CHIMIQUE, A L'INDUSTRIE,
A L'AGRICULTURE
ET A L'HISTOIRE NATURELLE

PAR

J. PELOUZE
Membre de l'Institut,
Président de la Commission des monnaies,

E. FREMY
Professeur de chimie à l'École polytechnique
et au Muséum d'histoire naturelle.

DEUXIÈME ÉDITION.

TOME SIXIÈME.

PARIS
LIBRAIRIE DE VICTOR MASSON
PLACE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE

1857

Droit de traduction réservé.

Digitized by Google

Digitized by Google

TRAITÉ

DE

CHIMIE GÉNÉRALE.

CHIMIE ANIMALE.

La chimie animale comprend l'étude des principes immédiats que l'on retire de l'organisation animale, ainsi que l'examen chimique et physiologique des principaux liquides et des tissus qui constituent les animaux.

Nous ferons connaître d'abord les propriétés des principes immédiats dont nous présentons ici les noms et les formules; nous traiterons ensuite des liquides et des tissus provenant de l'organisation animale.

Urée	$C^2H^4Az^2O^2$.
Acide urique	$C^{10}H^2Az^4O^4,2HO$.
Allantoïne	$C^4H^3Az^2O^3$.
Cystine	$C^6H^5AzO^4S^2$.
Xanthine	$C^{10}H^4Az^4O^4$.
Hypoxanthine	$C^{10}H^4Az^4O^2$.
Acide rosacique	»
Acide hippurique	$C^{18}H^8AzO^5,HO$.
Créatine	$C^8H^9Az^3O^4,2HO$.
Créatinine	$C^8H^7Az^3O^2$.
Inosite	$C^{12}H^{12}O^{12},4HO$.
Acide inosique	$C^{10}H^6Az^2O^{10},HO$.
Acide cholique	»
Acide choléique	»
Acide hyocholique	$C^{54}H^{43}AzO^{10}$.
Acide chénocholique	»
Acide lithofellique	$C^{40}H^{36}O^3$.
Taurine	$C^4H^7AzS^2O^6$.

Digitized by Google

Cholestérine	$C^{26}H^{22}O$.
Hématocristalline	»
Hématoïdine	$C^{14}H^{8}AzO^{2},HO$.
Fibrine	»
Albumine	»
Paralbumine	»
Globuline	»
Caséine	»
Vitelline	»
Ichthine	»
Ichthuline	»
Ichthidine	»
Emydine	»
Osséine	»

URÉE. $C^2H^4Az^2O^2$.

C^2	150,00	20,00
H^4	50,00	6,66
Az^2	350,00	46,66
O^2	200,00	26,68
	750,00	100,00

Ce corps, découvert en 1772 par Rouelle le jeune, a été obtenu pour la première fois à l'état de pureté, en 1799, par Fourcroy et Vauquelin.

Propriétés.

L'urée cristallise en longs prismes à quatre pans, incolores, inodores, d'une saveur fraiche comme celle de l'azotate de potasse; elle est très soluble dans l'eau, moins soluble dans l'alcool, à peine soluble dans l'éther.

L'urée se comporte dans ses principales réactions comme une véritable base organique; elle forme avec les acides des sels parfaitement définis, qui sont anhydres lorsque l'acide, comme l'acide chlorhydrique, ne contient pas d'oxygène, et qui renferment 1 équivalent d'eau quand l'acide est oxygéné (M. Regnault).

Cependant l'urée s'éloigne, sous quelques rapports, des autres alcalis organiques. Elle est sans action sur les réactifs colorés, et, en outre, elle ne peut être combinée avec certains acides, tels que les acides lactique, hippurique, carbonique, sulfhydrique, etc.

Digitized by Google

L'urée, mise en contact avec des sels hydratés, les déshydrate, quoiqu'elle soit très peu hygrométrique. Lorsqu'on la mêle, par exemple, avec du sulfate de soude réduit en poudre, le mélange devient subitement liquide : il est vraisemblable que l'urée s'unit dans ce cas avec le sel déshydraté.

L'urée, en agissant sur les éléments de l'eau, se transforme en carbonate d'ammoniaque :

$$C^2H^4Az^2O^2 + 4HO = 2(AzH^3,CO^2,HO).$$

Cette décomposition a lieu directement en exposant à 140° une dissolution aqueuse d'urée dans un tube scellé à la lampe. Elle ne se manifeste à la température ordinaire qu'avec une extrême lenteur, lorsque l'urée est pure ; mais si ce corps est mêlé à certains ferments et particulièrement avec la matière animale floconneuse que l'urine laisse déposer après avoir été exposée pendant quelque temps à l'air, sa transformation en carbonate d'ammoniaque se fait en peu de jours. Les urines putréfiées ne contiennent plus d'urée, mais du carbonate d'ammoniaque provenant de sa décomposition.

Les alcalis et les acides hydratés déterminent, comme les ferments, la transformation de l'urée en carbonate d'ammoniaque ; aussi peut-on la considérer comme de la *carbamide*.

L'urée fond à 120° ; à une température un peu plus élevée, elle se décompose, laisse dégager de l'ammoniaque, du carbonate d'ammoniaque, et se convertit en amméline. Si la température s'élève davantage, l'amméline donne de l'acide cyanurique. Ce dernier acide, chauffé lui-même plus fortement, subit une transformation isomérique et se change en acide cyanique qui distille et qu'on peut obtenir pur, en le recevant dans un récipient entouré d'un mélange de glace et de sel. Dans le cours de cette décomposition, une certaine quantité d'urée est régénérée par suite du contact de l'acide cyanique avec le gaz ammoniac qui remplit l'appareil distillatoire.

L'urée dissout l'oxyde de plomb et s'unit à plusieurs oxydes métalliques ; elle forme aussi des combinaisons définies et cristallisables avec plusieurs chlorures, et particulièrement avec le sel marin, le sel ammoniac et le bichlorure de mercure. Elle s'unit également avec les azotates d'argent, de chaux et de magnésie.

Le chlore détruit rapidement l'urée et donne naissance à de l'acide chlorhydrique, à de l'acide carbonique et à de l'azote. L'acide hypo-azotique la décompose avec plus de facilité encore et en dégage des volumes égaux d'azote et d'acide carbonique.

L'azotite de mercure dissous dans l'acide azotique faible ou concentré transforme le carbone de l'urée en acide carbonique et en dégage tout

Digitized by Google

l'azote à l'état de liberté. Cette réaction peut servir à déterminer la proportion d'urée renfermée dans divers liquides, et particulièrement dans l'urine. Il suffit de recevoir l'acide carbonique qui se dégage, dans un tube rempli de potasse ; on arrive ainsi au poids de l'urée en multipliant par 1,371 le poids de l'acide carbonique absorbé par l'alcali (M. Millon).

L'acétate de plomb produit, en réagissant sur une dissolution d'urée, de l'acétate d'ammoniaque et du carbonate de plomb. L'azotate d'argent forme avec la dissolution bouillante d'urée de l'azotate d'ammoniaque et du cyanate d'argent qui cristallise. A froid, l'urée donne avec l'azotate d'argent de gros cristaux incolores, qui ont pour formule $AgO,AzO^5,C^2H^4Az^2O^2$.

État naturel. — Extraction. — Production artificielle.

On trouve de l'urée dans le sang des animaux, lorsqu'on leur enlève les reins et qu'on leur fait la ligature de l'artère rénale. Cette expérience, qui est d'un haut intérêt au point de vue physiologique, est due à MM. Dumas et Prévost.

M. Millon a constaté l'existence de l'urée dans les liquides de l'œil. L'humeur vitrée laisse par l'évaporation 1,63 pour 100 de résidu, dont l'urée constitue à peu près le tiers.

L'urée forme à elle seule près de la moitié des corps solides tenus en dissolution dans l'urine. Un homme produit, en moyenne, 30 à 40 grammes d'urée par jour, et comme cette substance contient plus du tiers de son poids d'azote, on peut en conclure qu'une grande partie de l'azote des aliments introduits dans l'économie en sort à l'état d'urée.

L'urée existe, sinon en totalité, au moins en grande partie, à l'état de liberté dans l'urine : elle cristallise souvent par une simple évaporation de ce liquide. Lorsqu'on soumet les animaux à une diète prolongée, leurs urines laissent quelquefois déposer en se refroidissant des cristaux d'urée pure. Dans tous les cas, les urines, même celles qui proviennent des animaux herbivores, sont tellement chargées d'urée, qu'il suffit, pour la séparer, de soumettre ces liquides à une légère évaporation ; ils se prennent souvent en une masse cristalline lorsqu'on y verse de l'acide azotique (MM. Barreswil et Bernard).

Pour extraire l'urée des urines, on évapore ce liquide au bain-marie, de manière à le ramener environ au dixième de son volume primitif. On y verse peu à peu, et jusqu'à ce qu'il ne s'y forme plus de précipité, de l'acide azotique débarrassé d'acide azoteux ; il se précipite une combinaison cristalline d'urée et d'acide azotique que l'on nomme *azotate d'urée*. Cette combinaison, qui est d'abord colorée, peut être purifiée par

Digitized by Google

des cristallisations et par l'action du noir animal préalablement lavé à l'acide chlorhydrique. On décompose l'azotate d'urée en traitant la dissolution par du carbonate de plomb ou de baryte; on évapore la liqueur et l'on reprend le résidu par l'alcool bouillant, qui laisse les azotates métalliques et abandonne par le refroidissement ou l'évaporation de beaux cristaux d'urée.

Nous avons déjà signalé la belle expérience de M. Wœhler, qui permet de reproduire l'urée artificiellement en mettant en contact de l'acide cyanique avec de l'ammoniaque.

Pour produire de grandes quantités d'urée, il faut préparer d'abord du cyanate de potasse en chauffant au rouge naissant un mélange intime de 28 parties de cyanoferrure de potassium desséché et de 14 parties de peroxyde de manganèse. Lorsque la masse est refroidie, on la lessive à l'eau froide qui dissout le cyanate de potasse, puis on ajoute dans cette liqueur 20 parties de sulfate d'ammoniaque; on évapore la dissolution au bain-marie jusqu'à siccité, on reprend la masse par de l'alcool, qui ne dissout que l'urée et laisse pour résidu le sulfate de potasse. La liqueur alcoolique donne par l'évaporation de très beaux cristaux d'urée; on peut, par cette méthode, obtenir une quantité d'urée égale à peu près au tiers du cyanoferrure employé (M. Liebig).

L'urée se produit toutes les fois qu'une réaction donne simultanément naissance à de l'acide cyanique et à de l'ammoniaque; on s'explique ainsi sa présence parmi les produits de la distillation de l'acide urique, de l'oxamide et parmi ceux de l'urée elle-même.

Les corps oxydants, comme l'acide azotique, produisent de l'urée avec l'acide urique. Cette substance prend encore naissance dans la décomposition du cyanogène, au contact de l'eau et de la lumière, dans l'action de l'acide azotique sur l'allantoïne et dans celle de l'acide plombique sur l'alloxane.

SELS D'URÉE.

Les sels formés par l'urée rougissent la teinture de tournesol. Ils abandonnent leur base quand on les soumet à l'action des carbonates alcalins.

Chlorhydrate d'urée. $C^2H^4Az^2O^2,HCl$. — Le chlorhydrate d'urée se forme directement par l'action du gaz acide chlorhydrique sur l'urée. Cette base s'échauffe, devient liquide et forme un sel cristallisé, très soluble dans l'eau.

Azotate d'urée. $C^2H^4Az^2O^2,AzO^5,HO$. — L'azotate d'urée s'obtient en petits cristaux grenus lorsqu'on verse de l'acide azotique dans une dissolution d'urée. Ce sel est soluble dans 8 à 10 parties d'eau froide et se

Digitized by Google

dépose d'une dissolution saturée à chaud en larges lames incolores et transparentes.

L'azotate d'urée se décompose vivement vers 140° ; il dégage un mélange d'azote, de protoxyde d'azote et d'acide carbonique, et laisse un acide azoté, solide, cristallin, qui a pour formule $C^2H^3Az^2O^4$ (Pelouze).

Sulfate d'urée. — Ce sel forme des aiguilles ou des cristaux grenus dont la saveur est fraîche et piquante. On le produit en maintenant quelque temps, à une douce chaleur, un mélange de 100 parties d'oxalate d'urée, de 215 parties de sulfate de chaux cristallisé, et d'une petite quantité d'eau. La masse, chauffée ensuite avec 4 fois son poids d'alcool, cède le sulfate d'urée à ce dissolvant, qui le laisse déposer à l'état cristallin par l'évaporation (MM. Cap et Henry).

Oxalate d'urée. $C^4H^4Az^2O^2,C^2O^3,HO$. — Ce sel est comme l'azotate d'urée, peu soluble à froid dans l'eau et très soluble à chaud.

Berzelius a proposé d'employer ce sel à la préparation de l'urée en le décomposant par la craie en poudre, en présence de l'eau ou de l'alcool ; il se forme de l'oxalate de chaux insoluble qui reste mêlé à l'excès de craie, et l'urée, devenue libre, reste dissoute dans l'eau bouillante ou dans l'alcool, d'où elle se dépose en cristaux par le refroidissement.

Nous avons dit que l'urée ne s'unit pas à certains acides, et particulièrement aux acides lactique et hippurique avec lesquels quelques chimistes avaient supposé qu'elle était combinée dans l'urine.

En effet, lorsqu'on décompose le lactate de chaux par l'oxalate d'urée, il se forme un précipité d'oxalate de chaux, et la dissolution évaporée dans le vide laisse déposer de l'urée qui reste libre en présence de l'acide lactique.

URÉES COMPOSÉES.

L'urée doit être considérée comme le type d'un groupe de corps désignés sous le nom générique d'*urées composées*, et qui ont avec l'urée proprement dite les relations suivantes :

On sait que l'urée prend naissance quand le sulfate d'ammoniaque réagit sur le cyanate de potasse :

$$\underbrace{AzH^3,HO,SO^3}_{\text{Sulfate d'ammoniaque.}} + \underbrace{KO,C^2AzO}_{\text{Cyanate de potasse.}} = KO,SO^3 + \underbrace{C^2H^4Az^2O^2}_{\text{Urée.}}$$

Les urées composées se produisent lorsqu'on traite le cyanate de potasse par le sulfate d'une ammoniaque composée, telle que l'éthyliaque, la méthyliaque, l'amyliaque, la phényliaque, etc. Ainsi le sulfate

Digitized by Google

d'éthyliaque, mis en présence du cyanate de potasse, se convertit en sulfate de potasse, et il se forme une urée composée :

$$\underbrace{C^4H^7Az,HO,SO^3}_{\text{Sulfate d'éthyliaque.}} + \underbrace{KO,C^2AzO}_{\text{Cyanate de potasse.}} = KO,SO^3 + \underbrace{C^6H^8Az^2O^2}_{\text{Urée composée (\textit{éthylurée}).}}.$$

Par une réaction analogue, le sulfate de méthyliaque donne une urée composée dont la formule est $C^4H^6Az^2O^2$:

$$\underbrace{C^2H^5Az,HO,SO^3}_{\text{Sulfate de méthyliaque.}} + \underbrace{KO,C^2AzO}_{\text{Cyanate de potasse.}} = KO,SO^3 + \underbrace{C^4H^6Az^2O^2}_{\text{Urée composée (\textit{méthylurée}).}}$$

et l'on obtient avec le sulfate d'amyliaque une urée dont la composition est représentée par $C^{12}H^{14}Az^2O^2$:

$$\underbrace{C^{10}H^{13}Az,HO,SO^3}_{\text{Sulfate d'amyliaque.}} + \underbrace{KO,C^2AzO}_{\text{Cyanate de potasse.}} = KO,SO^3 + \underbrace{C^{12}H^{14}Az^2O^2}_{\text{Urée composée (\textit{amylurée}).}}.$$

La neutralité des urées composées et la facilité avec laquelle elles s'unissent aux acides, particulièrement à l'acide azotique, établissent de nouveaux rapports entre ces urées et l'urée simple.

Nous avons dit que l'urée, traitée par la potasse, se dédouble en ammoniaque et en acide carbonique $C^2H^4Az^2O^2 + 2(KO,HO) = 2(KO,CO^2) + 2AzH^3$, et que ce caractère, qui est propre aux amides, permet d'assimiler l'urée à la carbamide. De même les urées composées, soumises à l'influence de la potasse, donnent de l'acide carbonique et de l'ammoniaque ; seulement, au lieu de deux molécules de ce dernier corps, il ne s'en produit qu'une seule, la seconde étant remplacée par une ammoniaque composée :

$$\underbrace{C^6H^8Az^2O^2}_{\text{Éthylurée.}} + 2(KO,HO) = 2(KO,CO^2) + AzH^3 + \underbrace{C^4H^7Az}_{\text{Éthyliaque.}}.$$

Enfin, à chaque urée composée, comme à l'urée simple, correspond une amide qui lui est isomérique et qui éprouve, par l'action des alcalis, le même dédoublement que l'urée composée.

En comparant les formules des trois urées composées, dont nous venons d'indiquer le mode de production, à celle de l'urée, il est facile de voir que les urées composées sont à l'urée simple ce que l'éthyliaque, la méthyliaque, l'amyliaque, etc., sont à l'ammoniaque :

Urée.	$C^2H^4Az^2O^2$.	Ammoniaque	AzH^3.
Éthylurée	$C^6H^8Az^2O^2$.	Éthyliaque.	AzC^4H^7.
Méthylurée.	$C^4H^6Az^2O^2$.	Méthyliaque.	AzC^2H^5.
Amylurée	$C^{12}H^{14}Az^2O^2$.	Amyliaque.	$AzC^{10}H^{13}$.

Digitized by Google

Pour bien comprendre ce rapport, il faut se rappeler :

1° Qu'en remplaçant dans l'ammoniaque AzH^3 une molécule d'hydrogène par les groupes binaires C^4H^5 éthyle ou C^2H^3 méthyle, on obtient l'éthyliaque ou la méthyliaque :

$$\underbrace{AzH^3}_{\text{Ammoniaque.}} - H + \underbrace{C^4H^5}_{\text{Éthyle.}} = \underbrace{AzC^4H^7}_{\text{Éthyliaque.}}.$$

$$\underbrace{AzH^3}_{\text{Ammoniaque.}} - H + \underbrace{C^2H^3}_{\text{Méthyle.}} = \underbrace{AzC^2H^5}_{\text{Méthyliaque.}}.$$

La substitution d'une molécule d'éthyle ou de méthyle à une molécule d'hydrogène dans l'urée, produit l'éthylurée ou la méthylurée :

$$\underbrace{C^2H^4Az^2O^2}_{\text{Urée.}} - H + \underbrace{C^4H^5}_{\text{Éthyle.}} = \underbrace{C^6H^8Az^2O^2}_{\text{Éthylurée.}}.$$

$$\underbrace{C^2H^4Az^2O^2}_{\text{Urée.}} - H + \underbrace{C^2H^3}_{\text{Méthyle.}} = \underbrace{C^4H^6Az^2O^2}_{\text{Méthylurée.}}.$$

2° Que si dans l'ammoniaque 2 molécules d'hydrogène sont remplacées par 2 molécules d'éthyle, il se forme de la biéthyliaque :

$$\underbrace{AzH^3}_{\text{Ammoniaque.}} - 2H + \underbrace{2C^4H^5}_{\text{Éthyle.}} = \underbrace{AzC^8H^{11}}_{\text{Biéthyliaque.}}.$$

2 molécules d'éthyle, en se substituant à 2 molécules d'hydrogène dans l'urée, donnent naissance à la biéthylurée :

$$\underbrace{C^2H^4Az^2O^2}_{\text{Urée.}} - 2H + \underbrace{2C^4H^5}_{\text{Éthyle.}} = \underbrace{C^{10}H^{12}Az^2O^2}_{\text{Biéthylurée.}}.$$

3° Que le remplacement de 2 des molécules d'hydrogène de l'ammoniaque par 2 molécules hydrocarburées différentes, telles que l'éthyle et le méthyle, a produit l'éthylméthyliaque.

$$\underbrace{AzH^3}_{\text{Ammoniaque.}} - 2H + \underbrace{C^4H^5}_{\text{Éthyle.}} + \underbrace{C^2H^3}_{\text{Méthyle.}} = \underbrace{AzC^6H^9}_{\text{Éthylméthyliaque.}}.$$

L'éthyle et le méthyle, en prenant la place de 2 molécules d'hydrogène dans l'urée, donnent l'éthylméthylurée :

$$\underbrace{C^2H^4Az^2O^2}_{\text{Urée.}} - 2H + \underbrace{C^4H^5}_{\text{Éthyle.}} + \underbrace{C^2H^3}_{\text{Méthyle.}} = \underbrace{C^8H^{10}Az^2O^2}_{\text{Éthylméthylurée.}}.$$

Ainsi, comme pour les ammoniaques composées, il est possible par ces substitutions d'arriver à une molécule d'urée très complexe, mais qui

Digitized by Google

rentre toujours dans la formule $C^nH^nAz^2O^2$, que l'on a adoptée pour représenter d'une manière générale la constitution des urées composées.

La série des urées composées paraît devoir devenir très nombreuse, car on est parvenu à faire entrer la nicotine et la conine dans la molécule de l'urée simple, et à former ainsi de nouvelles urées, dont la constitution peut toujours être ramenée à la formule générale que nous avons donnée plus haut.

La plupart des urées composées ont été découvertes par M. Wurtz.

On doit à MM. Chancel et Laurent la phénylurée et la diphénylurée.

Voici la liste des principales urées composées :

Urée.	$C^2H^4Az^2O^2$.	
Éthylurée	$C^6H^8Az^2O^2$	$= C^2H^3,C^4H^5,Az^2O^2$.
Di-éthylurée.	$C^{10}H^{12}Az^2O^2$	$= C^2H^2,C^4H^5,C^4H^5,Az^2O^2$.
Éthylméthylurée. . . .	$C^8H^{10}Az^2O^2$	$= C^2H^2,C^4H^5,C^2H^3,Az^2O^2$.
Tétréthylurée	$C^{18}H^{20}Az^2O^2$	$= C^2,C^4H^5,C^4H^5,C^4H^5,C^4H^5,Az^2O^2$.
Méthylurée	$C^4H^6Az^2O^2$	$= C^2H^3,C^2H^3,Az^2O^2$.
Diméthylurée	$C^6H^8Az^2O^2$	$= C^2H^2,C^2H^3,C^2H^3,Az^2O^2$.
Amylurée.	$C^{12}H^{14}Az^2O^2$	$= C^2H^3,C^{10}H^{11},Az^2O^2$.
Amyléthylurée.	$C^{16}H^{18}Az^2O^2$	$= C^2H^2,C^{10}H^{11},C^4H^5,Az^2O^2$.
Phénylurée	$C^{14}H^8Az^2O^2$	$= C^2H^3,C^{12}H^5,Az^2O^2$.
Diphénylurée	$C^{26}H^{12}Az^2O^2$	$= C^2H^2,C^{12}H^5,C^{12}H^5,Az^2O^2$.
Éthylphénylurée. . . .	$C^{18}H^{12}Az^2O^2$	$= C^2H^2,C^4H^5,C^{12}H^5,Az^2O^2$.

ÉTHYLURÉE. $C^6H^8Az^2O^2$.

L'éthylurée cristallise en prismes incolores très solubles dans l'eau et dans l'alcool.

La dissolution aqueuse de l'éthylurée, traitée par le chlore, laisse déposer un composé chloré huileux, qui ne tarde pas à se solidifier.

L'éthylurée se décompose par l'action d'une chaleur de 200°. Elle s'altère sous l'influence de la potasse, donne de l'éthyliaque, de l'ammoniaque, et laisse un résidu de carbonate de potasse. Elle forme avec l'acide azotique un sel très soluble dans l'eau ; aussi les dissolutions aqueuses de l'éthylurée ne précipitent-elles pas, comme celles de l'urée, par l'acide azotique.

On obtient l'éthylurée en évaporant un mélange d'éther cyanique et d'ammoniaque. (M. Wurtz.)

DIÉTHYLURÉE. $C^{10}H^{12}Az^2O^2$.

La diéthylurée est incolore et cristalline. Elle produit avec l'acide azotique un sel qui cristallise en prismes rhomboïdaux aplatis. On prépare la diéthylurée en traitant l'éther cyanique par l'éthyliaque.

(M. Wurtz.)

Digitized by Google

ÉTHYLMÉTHYLURÉE. $C^8H^{10}Az^2O^2$.

L'éthylméthylurée est déliquescente. On la produit en faisant réagir la méthyliaque sur l'éther cyanique. (M. Wurtz.)

TÉTRÉTHYLURÉE. $C^{18}H^{20}Az^2O^2$.

Cette urée est cristalline. On l'obtient en faisant réagir l'acide cyanique sur l'oxyde hydraté de tétréthylammonium. (M. Hoffmann.)

MÉTHYLURÉE. $C^4H^6Az^2O^2$.

La méthylurée cristallise en prismes incolores, qui sont déliquescents à l'air et très solubles dans l'eau.

La dissolution aqueuse de la méthylurée est parfaitement neutre ; quand elle est concentrée, l'acide azotique y produit un précipité d'azotate de méthylurée qui a pour formule $C^4H^6Az^2O^2,AzO^5,HO$.

La méthylurée, traitée par la potasse caustique, donne de l'acide carbonique, de la méthyliaque et de l'ammoniaque.

On prépare la méthylurée en combinant le gaz ammoniac avec le cyanate de méthylène, ou bien en décomposant le cyanate de potasse par le sulfate de méthyliaque. Le produit de la réaction, épuisé par l'alcool, cède la méthylurée à ce dissolvant. (M. Wurtz.)

DIMÉTHYLURÉE. $C^6H^8Az^2O^2$.

La diméthylurée est cristallisable, fusible à 97° environ, volatile sans décomposition, soluble dans l'eau et dans l'alcool. Elle produit avec l'acide azotique un sel qui a pour formule $C^8H^8Az^2O^2,AzO^5,HO$. La potasse la décompose en méthyliaque et en acide carbonique.

Pour obtenir la diméthylurée, on peut :

1° Mettre en présence la méthyliaque et le cyanate de méthylène ;

2° Décomposer ce dernier éther par l'eau. (M. Wurtz.)

AMYLURÉE. $C^{12}H^{14}Az^2O^2$.

Ce composé prend naissance lorsqu'on traite le cyanate d'amylène par l'amyliaque. (M. Wurtz.)

AMYLÉTHYLURÉE. $C^{16}H^{18}Az^2O^2$.

L'améthylurée se produit quand on fait réagir l'amyliaque sur l'éther cyanique. (M. Wurtz.)

Digitized by Google

PHÉNYLURÉE. $C^{14}H^{8}Az^{2}O^{2}$.

La phénylurée cristallise en prismes aplatis et transparents, qui présentent une teinte jaunâtre. Ces cristaux n'ont pas d'odeur ; leur saveur, faiblement amère, rappelle par sa fraîcheur celle de l'azotate de potasse. Ils entrent en fusion vers 72°, et deviennent anhydres par une dessiccation à 120°. Si la température s'élève davantage, la phénylurée se décompose et laisse un résidu de charbon très volumineux.

Lorsqu'on chauffe graduellement un mélange intime de phénylurée et de chaux potassée, il se dégage d'abord de l'ammoniaque, puis, quelque élevée que soit ensuite la température, il ne se forme plus que de l'aniline. La décomposition est donc, à n'en pas douter, le résultat de deux réactions différentes. Si l'on cherche à représenter ces deux réactions par des formules, on a :

$$\underbrace{C^{14}H^{8}Az^{2}O^{2}}_{\text{Phénylurée.}} + KO,HO = AzH^{3} + \underbrace{KO,C^{14}H^{6}AzO^{4}}_{\text{Sel de potasse.}}.$$

et ensuite :

$$\underbrace{KO,C^{14}H^{6}AzO^{4}}_{\text{Sel de potasse.}} + KO,HO = \underbrace{C^{12}H^{7}Az}_{\text{Aniline.}} + 2(KO,CO^{2}).$$

Or, ce sel de potasse est de l'anthranilate de potasse, qui se forme aussi dans l'action de la potasse sur l'indigo. La décomposition de la phénylurée par la chaux potassée offre donc une nouvelle source d'acide anthranilique.

La phénylurée produit avec les acides plusieurs sels cristallisables dont voici les formules :

Chlorhydrate de phénylurée.	$C^{14}H^{8}Az^{2}O^{2},HCl$.
Azotate de phénylurée.	$C^{14}H^{8}Az^{2}O^{2},AzO^{5},HO$.
Chlorure double de platine et de phénylurée. . .	$C^{14}H^{8}Az^{2}O^{2},HCl,PtCl^{2}$.

On obtient la phénylurée en ajoutant du sulfhydrate d'ammoniaque dans une dissolution de nitrobenzamide. La liqueur se trouble, dépose du soufre et donne, au bout de vingt-quatre heures, par évaporation, de beaux cristaux de phénylurée. (M. Chancel.)

DIPHÉNYLURÉE. $C^{26}H^{12}Az^{4}O^{2}$.

Ce corps est identique avec la flavine qui se produit dans l'action du sulfhydrate d'ammoniaque sur la benzone bi-azotique.

Digitized by Google

ÉTHYLPHÉNYLURÉE. $C^{18}H^{12}Az^2O^2$.

L'éthylphénylurée est cristallisable. Elle se dédouble, sous l'influence de la potasse, en acide carbonique, en aniline et en éthyliaque.

On prépare l'éthylphénylurée en versant de l'aniline dans de l'éther cyanique. Le mélange s'échauffe et dépose, en se refroidissant, des cristaux d'éthylphénylurée.

BIURET. $C^4H^5Az^3O^4$.

C^4	300,00	23,30
H^5	62,50	4,85
Az^3	525,00	40,77
O^4	400,00	31,08
	1287,50	100,00

Ce corps, découvert par M. Wiedemann, est cristallisable, soluble dans l'eau, dans l'alcool et dans l'acide sulfurique concentré. Il fond quand on le chauffe, perd de l'ammoniaque, et se convertit en acide cyanurique.

Le biuret traité par une lessive de potasse et par une dissolution de sulfate de cuivre, se colore en rouge intense.

Pour obtenir le biuret, il faut maintenir de l'urée à la température de 160° environ, jusqu'à ce que cette substance ne dégage plus d'ammoniaque, reprendre le résidu par de l'eau, ajouter du sous-acétate de plomb dans la liqueur, filtrer, précipiter l'excès de plomb au moyen de l'hydrogène sulfuré, filtrer de nouveau et évaporer enfin jusqu'à cristallisation.

On obtient encore le biuret en soumettant l'azotate d'urée à l'action de la chaleur.

ACIDE URIQUE. $C^{10}H^2Az^4O^4,2HO$.

C^{10}	750,00	35,71
H^2	25,00	1,19
Az^4	700,00	33,33
O^4	400,00	19,04
$(HO)^2$	225,00	10,73
	2100,00	100,00

Propriétés.

L'acide urique pur se présente en petites lames cristallines, blanches, douces au toucher, légères, sans odeur ni saveur sensibles, qui exigent environ 1000 parties d'eau froide pour se dissoudre; sa solubilité dans l'eau bouillante est à peu près la même que dans l'eau froide. Il est inso-

Digitized by Google

luble dans l'alcool et l'éther; il rougit légèrement un papier de tournesol humide.

Les borates alcalins, et particulièrement le borate neutre de soude (*borax*), jouissent de la propriété de dissoudre, surtout à chaud, une proportion considérable d'acide urique. Cet acide se dépose à l'état de pureté d'une dissolution bouillante dans le borax. Cette propriété pourrait être utilisée pour la purification de l'acide urique.

L'acide urique donne avec l'acide azotique une dissolution jaune, laissant par l'évaporation un résidu rouge pourpre qui se dissout dans l'eau sans lui communiquer de couleur. La dissolution azotique de l'acide urique devient violette sous l'influence des vapeurs ammoniacales. Ces deux caractères servent souvent à reconnaître l'acide urique.

On a reconnu que l'acide sulfurique concentré et chaud dissout l'acide urique et peut même s'unir en proportions définies avec cet acide. L'eau décompose cette combinaison et en sépare les deux acides; l'acide urique, qui est à peine soluble dans l'eau chargée d'acide sulfurique, se dépose en presque totalité. Cette propriété permet d'extraire facilement l'acide urique des calculs (M. Fritzche).

L'acide urique ne paraît subir à froid aucune altération dans le chlore sec, mais il est décomposé à chaud par ce gaz, et la réaction donne lieu à de l'acide chlorhydrique, à du chlorure de cyanogène et à une proportion considérable d'acide cyanique. En présence de l'eau, l'acide urique est aussi décomposé par le chlore, et donne comme produit final une grande quantité d'acide oxalique.

Soumis à l'action de la chaleur, l'acide urique se décompose d'une manière compliquée; il donne de l'ammoniaque, des acides carbonique, cyanhydrique, de l'urée et beaucoup d'acide cyanique qui se transforme rapidement en cyamélide.

La présence de l'urée dans les produits de la distillation de l'acide urique est due à la réaction d'une certaine quantité d'acide cyanique sur l'ammoniaque; une partie de l'urée se retrouve en combinaison avec de l'acide cyanurique: il reste constamment dans la cornue un résidu de charbon.

L'acide urique, traité par une dissolution bouillante de potasse, se convertit en un nouvel acide, l'*acide uroxanique* $C^{10}H^{10}Az^4O^{12}$, qui diffère de l'acide urique par les éléments de 6 équivalents d'eau.

L'acide uroxanique est cristallin, peu soluble dans l'eau froide, décomposable par l'eau bouillante. Il forme avec la potasse, l'ammoniaque, la baryte et le plomb, des sels cristallisables (M. Staedeler).

L'action que les corps oxydants exercent sur l'acide urique a été examinée par MM. Liebig et Wœhler: elle constitue un des points les plus importants de la chimie organique, et donne naissance à une série de corps que nous étudierons plus loin.

Digitized by Google

État naturel. — Extraction.

L'acide urique se trouve, comme l'urée, dans les urines des animaux carnivores; il est sécrété en quantité considérable par les oiseaux, les insectes et principalement par les serpents; il se trouve fréquemment dans les dépôts urinaires, les calculs et les concrétions articulaires des goutteux.

On admet généralement qu'une urine normale contient pour 30 parties d'urée 1 partie d'acide urique. Du reste, la proportion d'acide urique contenue dans l'urine de l'homme varie avec l'alimentation; on trouve en général cet acide en quantité notable dans l'urine à la suite de mauvaises digestions ou d'alimentations très échauffantes.

Pour extraire l'acide urique des différents produits de sécrétion que nous venons de signaler, on emploie une liqueur alcaline qui dissout l'acide urique; en décomposant par l'acide chlorhydrique la dissolution bouillante de l'urate alcalin, on obtient un précipité blanc d'acide urique que l'on peut laver à grande eau. Au moment de la précipitation, l'acide urique retient 4 équivalents d'eau ; 2 équivalents d'eau se dégagent par la plus faible chaleur et même par l'exposition de cet acide à l'air libre.

Les excréments de certains oiseaux qui, sur les côtes de l'Amérique, forment des bancs considérables désignés sous le nom de *guano*, contiennent aussi de l'acide urique.

On en retire cet acide par la méthode suivante :

Le guano est traité pendant quelques heures par une dissolution bouillante de carbonate de potasse à laquelle on a ajouté de la chaux éteinte. On filtre la liqueur, puis on l'évapore à consistance de bouillie, et l'on comprime fortement le résidu. La masse exprimée est délayée dans l'eau et décomposée par l'acide chlorhydrique. Il se dépose aussitôt des flocons rouges d'acide urique, qu'on purifie en opérant plusieurs fois leur dissolution dans la potasse et leur précipitation par l'acide chlorhydrique.

100 kilogrammes de guano ainsi traités fournissent 2,250 grammes d'acide urique pur. (M. Bensch.)

URATES.

L'acide urique est bibasique ; les urates ont pour formule générale : $(MO)^2,C^{10}Az^4H^2O^4$.

Les urates à base d'alcali sont seuls solubles dans l'eau.

L'étude des urates est due en grande partie à M. Bensch.

Urate neutre de potasse. $(KO)^2,C^{10}H^2Az^4O^4$.—Ce sel présente l'aspect d'aiguilles brillantes, qui sont anhydres, déliquescentes à l'air et très solubles dans l'eau.

Digitized by Google

L'urate de potasse absorbe rapidement l'acide carbonique de l'air. Il se décompose par un contact prolongé avec l'eau bouillante. Il fond à 150° et s'altère à une température plus élevée. On l'obtient en concentrant, par distillation, une dissolution étendue de potasse, qui a été neutralisée par de l'acide urique.

Urate acide de potasse. $KO,HO,C^{10}H^2Az^4O^4$. — L'urate acide de potasse est blanc, peu soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool et dans l'éther. Il est précipité par les alcalis, les bicarbonates alcalins, le chlorure de baryum, le chlorhydrate d'ammoniaque, les sels de plomb et les sels d'argent. On le prépare en saturant par l'acide carbonique une dissolution d'urate neutre de potasse.

Urate neutre de soude. $(NaO)^2,C^{10}H^2Az^4O^4$. — L'urate de soude forme des mamelons blancs, peu solubles dans l'eau, insolubles dans l'éther et très peu solubles dans l'alcool.

La dissolution aqueuse d'urate de soude présente une réaction alcaline. Elle absorbe l'acide carbonique de l'air et dépose de l'urate acide de soude.

L'urate de soude se décompose lorsqu'on le chauffe à 150°.

On le prépare comme le sel de potasse correspondant.

Urate acide de soude. $NaO,HO,C^{10}H^2Az^4O^4$. — Ce sel est cristallisable, soluble dans 1200 parties d'eau à 15°, et dans 125 parties d'eau bouillante. Il n'exerce aucune action sur les réactifs colorés. On l'obtient, soit en saturant d'acide carbonique une dissolution d'urate neutre de soude, soit en précipitant par le bicarbonate de soude une dissolution bouillante d'acide urique dans la soude.

Urate acide d'ammoniaque. $AzH^3,HO,C^{10}H^2Az^4O^4,HO$. — L'urate acide d'ammoniaque s'obtient à l'état amorphe et à l'état cristallin. Il est soluble dans 1608 parties d'eau à 15°.

Pour le produire, on traite à l'ébullition l'acide urique par une dissolution aqueuse d'ammoniaque. L'urate d'ammoniaque se dépose alors sous la forme d'aiguilles brillantes et incolores.

Ce sel se prépare encore en versant de l'ammoniaque sur de l'acide urique. La masse, chauffée légèrement, se prend en une gelée qu'on soumet à la dessiccation après l'avoir lavée à grande eau.

Urate neutre de baryte. $(BaO)^2,C^{10}H^2Az^4O^4$. — L'urate de baryte est très peu soluble dans l'eau : 1 partie de ce sel exige 7900 parties d'eau à 15° pour se dissoudre. On le prépare en versant peu à peu, dans une dissolution saturée et bouillante de baryte, de l'acide urique pulvérisé et

Digitized by Google

mis en suspension dans une petite quantité d'eau. Cet acide se dissout rapidement, et si l'on en ajoute un excès, l'urate de baryte se précipite.

On connaît un urate acide de baryte qui a pour formule : $BaO,HO,C^{10}H^2Az^4O^4,2HO$.

Urate de strontiane. $(StO)^2,C^{10}H^2Az^4O^4,4HO$. — Ce sel forme des aiguilles radiées qui sont déliquescentes à l'air, solubles dans 4300 parties d'eau froide, dans 1790 parties d'eau bouillante, et qui deviennent anhydres par une dessiccation à 165°.

On obtient l'urate de strontiane comme le sel de baryte correspondant.

Il existe un urate acide de strontiane, blanc amorphe, soluble dans 603 parties d'eau froide, et dont la composition correspond à la formule : $StO,C^{10}H^2Az^4O^4,2HO$.

Urate de chaux. $(CaO)^2,C^{10}H^2Az^4O^4$. — L'urate neutre de chaux est grenu, anhydre, soluble dans 1500 parties d'eau froide et dans 1440 parties d'eau bouillante.

Ce sel se précipite, quand on fait bouillir pendant une ou deux heures une dissolution de chlorure de calcium dans laquelle on a ajouté goutte à goutte une dissolution d'urate de potasse, jusqu'à ce que le précipité qui se forme par chaque addition d'urate commence à devenir persistant.

Urate acide de chaux. $CaO,HO,C^{10}Az^4H^2O^4$. — Ce sel est amorphe, soluble dans 603 parties d'eau froide et dans 276 parties d'eau bouillante. On le produit en précipitant à chaud l'urate acide de potasse par le chlorure de calcium.

Urate acide de magnésie. $MgO,HO,C^{10}H^2Az^4O^4,6HO$. — L'urate acide de magnésie offre l'aspect de mamelons blancs et brillants. Ce sel est soluble dans l'eau bouillante. Pour l'obtenir, il faut mélanger deux dissolutions concentrées, l'une d'urate acide de potasse, l'autre de sulfate de magnésie, et abandonner la liqueur au repos.

Urate neutre de plomb. $(PbO)^2,C^{10}H^2Az^4O^4$.—Ce sel est blanc, amorphe, très dense, insoluble dans l'eau et dans l'alcool. Il supporte facilement une chaleur de 160° sans s'altérer. On le prépare en versant une dissolution étendue d'urate de soude dans une dissolution étendue et bouillante d'azotate de plomb. Il se dépose d'abord un corps jaune qu'on sépare au moyen de la filtration, et l'on continue les additions d'urate de soude jusqu'à ce qu'il ne se produise plus de précipité.

Les *urates de cuivre* et *d'argent* sont amorphes et peu stables.

Digitized by Google

PRODUITS DE L'OXYDATION DE L'ACIDE URIQUE.

ALLANTOÏNE. $C^4H^3Az^2O^3$.

C^4	300,00		30,37
H^3	37,50		3,82
Az^2	350,00		35,44
O^3	300,00		30,37
	987,50		100,00

Lorsqu'on fait réagir de l'oxyde puce de plomb (acide plombique) sur de l'acide urique mis en suspension dans de l'eau bouillante, il se produit un vif dégagement d'acide carbonique, l'acide urique se dissout peu à peu, et la liqueur laisse déposer par le refroidissement une substance parfaitement cristallisée, qui avait été découverte par Vauquelin et Buniva dans les eaux de l'amnios de la vache, et qu'ils avaient nommée *allantoïne*.

On trouve aussi l'allantoïne dans l'urine du veau (Wœhler) et parmi les produits de la réaction d'un mélange de potasse caustique et de ferricyanure de potassium sur l'acide urique. Elle est accompagnée dans ce dernier cas d'un acide nouveau, l'*acide lantanurique*, qui a pour formule $C^6H^4Az^2O^6,HO$ (M. Schlieper).

L'allantoïne cristallise en prismes blancs, insipides, sans aucune action sur les couleurs végétales et plus solubles dans l'eau bouillante que dans l'eau froide.

L'allantoïne, légèrement chauffée avec de l'acide azotique, s'y dissout, et la liqueur, en se refroidissant, laisse déposer une quantité considérable de cristaux d'azotate d'urée. L'acide chlorhydrique produit avec l'allantoïne du chlorhydrate d'urée.

Sous l'influence de ces deux acides, l'allantoïne se dédouble en urée et en un corps complémentaire, l'*acide allanturique* $C^{10}H^7Az^4O^9$, qui prend aussi naissance quand on soumet l'acide urique ou l'allantoïne à l'action de l'oxyde puce de plomb (Pelouze). L'acide allanturique est amorphe, déliquescent, presque insoluble dans l'alcool concentré, qui le sépare de ses dissolutions aqueuses. Il forme des précipités insolubles dans les sels de plomb et d'argent.

L'eau bouillante dédouble l'allantoïne, comme l'acide azotique, en acide allanturique et en urée; seulement cette dernière substance, en agissant à son tour sur les éléments de l'eau, se change en carbonate d'ammoniaque.

L'acide sulfurique bouillant décompose l'allantoïne.

L'allantoïne produit dans une dissolution d'azotate d'argent ammoniacal un précipité qui a pour formule $AgO,C^8H^5Az^4O^5$. 2 équivalents

Digitized by Google

d'allantoïne changent donc 1 équivalent d'eau contre 1 équivalent d'oxyde d'argent. Cette réaction semblerait indiquer que l'équivalent de l'allantoïne devrait être exprimé par la formule $C^8H^5Az^4O^5,HO$.

L'allantoïne correspond par sa composition à 2 équivalents de cyanogène et 3 équivalents d'eau : $C^4Az^2H^3O^3 = 2(C^2Az) + 3HO$. On peut aussi la considérer comme de l'oxalate anhydre d'ammoniaque, moins 3 équivalents d'eau :

$$\underbrace{2(AzH^3,C^2O^3)}_{\text{Oxalate d'ammoniaque.}} - 3HO = \underbrace{C^4H^3Az^2O^3}_{\text{Allantoïne.}}.$$

Du reste, l'allantoïne se comporte avec les alcalis et les acides hydratés comme une véritable amide, et se change peu à peu, sous leur influence, en acide oxalique et en ammoniaque. (MM. Liebig et Wœhler.)

Une dissolution d'allantoïne dans la potasse, préparée depuis plusieurs jours, laisse précipiter un sel de plomb particulier, l'*hydantoate de plomb*, quand après l'avoir sursaturée par l'acide acétique, on y verse de l'acétate de plomb. L'hydantoate de plomb donne l'*acide hydantoïque* lorsqu'on le décompose par l'hydrogène sulfuré. L'acide hydantoïque est incristallisable, déliquescent et insoluble dans l'alcool. Il a pour formule $C^4H^4Az^2O^4$. (M. Schlieper.)

ALLOXANE. $C^8H^4Az^2O^{10}$.

C^8	600,00		30,00
H^4	50,00		2,50
Az^2	350,00		17,50
O^{10}	1000,00		50,00
	2000,00		100,00

L'alloxane est cristallisable ; une dissolution bouillante et saturée d'alloxane dépose à chaud cette substance en octaèdres rhomboïdaux, qui sont quelquefois anhydres (MM. Liebig et Wœhler), ou qui renferment 2 équivalents d'eau (M. L. Gmelin). La même dissolution abandonne l'alloxane par le refroidissement à l'état de prismes rectangulaire efflorescents qui contiennent 8 équivalents d'eau de cristallisation.

Les cristaux d'alloxane ont une saveur salée et astringente. Ils sont très solubles dans l'eau ; leur dissolution rougit le tournesol et colore la peau en pourpre.

Par l'action prolongée de l'eau bouillante, l'alloxane se convertit en *acide parabanique* $C^6Az^4O^4,2HO$.

Pour obtenir l'alloxane, on place dans l'eau froide plusieurs verres à pied contenant chacun 120 grammes environ d'acide azotique d'une densité égale à 1,4, et l'on verse peu à peu dans ces verres de l'acide urique pulvérisé. Une vive effervescence se manifeste, l'acide urique se

Digitized by Google

dissout, et, si la chaleur produite par la réaction a été suffisamment modérée au moyen de l'eau froide, des cristaux grenus d'alloxane se déposent au fond des verres. On essore ces cristaux sur une brique, on les dissout dans de l'eau à 80°, et l'on filtre rapidement. La liqueur dépose de l'alloxane pure par le refroidissement.

L'alloxane se prépare encore en traitant l'acide urique par un mélange d'acide chlorhydrique et de chlorate de potasse. On place dans une capsule 240 grammes d'acide chlorhydrique et 124 grammes d'acide urique pulvérisé, puis on ajoute au mélange, par petites portions et en agitant sans cesse, 24 grammes de chlorate de potasse en poudre. Lorsque l'addition du chlorate, qui demande 30 minutes environ, est opérée, on étend la masse de deux fois son volume d'eau et on l'abandonne à elle-même : l'alloxane produite se dissout, tandis que l'acide urique non attaqué se dépose ; on enlève cet acide par décantation, et, après l'avoir chauffé à 50° en présence d'une petite quantité d'acide chlorhydrique, on l'oxyde, comme nous l'avons dit, par 7 grammes de chlorate de potasse.

Quand l'opération est bien conduite, la décomposition de l'acide urique a lieu sans dégagement de gaz, et il ne se produit que de l'alloxane et de l'urée. (M. Schlieper.)

DÉRIVÉS DE L'ALLOXANE.

ACIDE ALLOXANIQUE. C^4HAzO^4.

C^4	300,00		33,80
H	12,50		1,40
Az	175,00		19,71
O^4	400,00		45,09
	887,50		100,00

L'alloxane, traitée à froid par les alcalis, se transforme en un acide, l'*acide alloxanique*, qui a pour formule C^4HAzO^4. Dans cette réaction, la molécule de l'alloxane se dédouble et perd 1 équivalent d'eau.

On obtient ordinairement l'acide alloxanique en décomposant l'alloxanate de baryte par l'acide sulfurique.

L'acide alloxanique cristallise en aiguilles solubles dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther. Il dissout le zinc en dégageant de l'hydrogène. C'est un acide puissant, qui forme avec plusieurs bases des sels neutres et des sels acides.

L'alloxanate neutre de potasse a une saveur amère ; il est très soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool et dans l'éther.

Le bi-alloxanate de potasse est peu soluble dans l'eau. Séché dans le

Digitized by Google

vide, il se présente sous l'aspect d'une poudre blanche et cristalline qui se colore en rouge par le contact de l'air.

L'alloxanate neutre de soude est déliquescent; il en est de même de l'alloxanate acide. On connaît encore des alloxanates d'ammoniaque, de baryte, de chaux, etc.

L'alloxanate de baryte est cristallin et soluble dans l'eau. Pour l'obtenir, on ajoute 2 volumes d'une dissolution d'alloxane à 3 volumes d'une dissolution de chlorure de baryum, et après avoir chauffé le mélange à 60°, on y verse goutte à goutte une dissolution de potasse, jusqu'à ce que le précipité qui se forme par chaque addition d'alcali cesse de se dissoudre par l'agitation. La liqueur dépose alors de l'alloxanate de baryte qu'on essore sur une brique poreuse.

Lorsqu'on fait bouillir une dissolution aqueuse d'alloxanate de baryte, ce sel se transforme en carbonate de baryte et en un sel nouveau, qui a reçu le nom de *mésoxalate de baryte*.

Voici les formules des principaux alloxanates :

Alloxanate de potasse.	$KO,C^4HAzO^4,6HO$.
Bi-alloxanate de potasse . . .	$KO,(C^4HAzO^4)^2,HO$.
Bi-alloxanate d'ammoniaque .	$AzH^3,HO,(C^4HAzO^4)^2$.
Alloxanate de baryte.	$BaO,C^4HAzO^4,4HO$.
Bi-alloxanate de baryte. . . .	$BaO,(C^4HAzO^4)^2,2HO$.
Alloxanate de strontiane . . .	$StO,C^4HAzO^4,8HO$.
Alloxanate de chaux	$CaO,C^4HAzO^4,10HO$.
Bi-alloxanate de chaux. . . .	$CaO,(C^4HAzO^4)^2,5HO$.
Alloxanate de magnésie. . . .	$MgO,C^4HAzO^4,10HO$.
Bi-alloxanate de zinc.	$ZnO,(C^4HAzO^4)^2,4HO$.
Alloxanate de plomb.	$PbO,C^4HAzO^4,2HO$.
Bi-alloxanate de plomb. . . .	$PbO,(C^4HAzO^4)^2,2HO$.
Alloxanate de cuivre.	$CuO,C^4HAzO^4,8HO$.
Alloxanate d'argent.	AgO,C^4HAzO^4.
Alloxanate de mercure. . . .	HgO,C^4HAzO^4.

ACIDE MÉSOXALIQUE. $C^3O^4,2HO$.

C^3	225,00	. . . . .	26,47
O^4	400,00	. . . . .	47,06
$(HO)^2$.	225,00	. . . . .	26,47
	850,00		100,00

L'acide mésoxalique est solide, cristallin et soluble dans l'eau. Combiné avec l'ammoniaque, il précipite les sels de baryte, de strontiane, de chaux en blanc, et l'azotate d'argent en jaune.

Digitized by Google

L'acide mésoxalique perd ses deux équivalents d'eau sous l'influence des bases, et doit être considéré par conséquent comme un degré particulier d'oxydation du carbone.

Les mésoxalates de baryte, de chaux et de plomb, ont pour formules :

$$(BaO)^2,C^3O^4;$$
$$(CaO)^2,C^3O^4,4HO;$$
$$(PbO)^4,C^3O^4.$$

Pour obtenir l'acide mésoxalique, on fait bouillir une dissolution d'alloxanate de baryte. Il se forme un précipité blanc, composé en majeure partie de carbonate de baryte. On sépare ce précipité en filtrant la liqueur, que l'on évapore ensuite jusqu'à ce qu'elle se couvre de croûtes cristallines formées d'urée et de mésoxalate de baryte. En enlevant alors ce mélange à mesure qu'il cristallise, et le traitant par l'alcool qui dissout l'urée, on isole le mésoxalate de baryte qui, décomposé par l'acide sulfurique, donne de l'acide mésoxalique.

On prépare aussi l'acide mésoxalique en mélangeant peu à peu deux dissolutions bouillantes d'acétate de plomb et d'alloxane. Il se précipite du mésoxalate de plomb, dont l'hydrogène sulfuré sépare l'acide mésoxalique.

ACIDE LEUCOTURIQUE. — DIFLUANE.

L'acide alloxanique, soumis à l'action de l'eau bouillante, laisse dégager de l'acide carbonique, et se dédouble en deux corps solides, l'*acide leucoturique* et la *difluane*.

L'*acide leucoturique* $C^6H^3Az^2O^6$ est une poudre blanche, cristalline et grenue, insoluble dans l'eau froide, soluble dans l'eau bouillante. Il forme avec l'ammoniaque un sel cristallisable, qui précipite en blanc l'azotate d'argent.

La *difluane* $C^6H^4Az^2O^5$ est pulvérulente, neutre, soluble en toutes proportions dans l'eau, insoluble dans l'alcool anhydre, d'une saveur amère et en même temps un peu salée. Elle précipite en blanc les sels de plomb et d'argent, et donne de l'alloxane par l'action de l'acide azotique.

ACIDE MYCOMÉLINIQUE. $C^{16}H^{10}Az^8O^{10}$.

Lorsqu'on chauffe doucement un mélange d'alloxane et d'ammoniaque, la masse prend une teinte jaune, et dépose, par l'évaporation, un sel ammoniac gélatineux, dont l'acide sulfurique sépare un acide azoté, nommé *acide mycomélinique* $C^{16}H^{10}Az^8O^{10}$.

L'acide mycomélinique est jaune, gélatineux, presque insoluble dans l'eau froide, soluble dans l'eau bouillante. Ses sels sont colorés en jaune.

Digitized by Google

ACIDE PARABANIQUE. $C^6Az^2O^4,2HO$.

En évaporant à consistance sirupeuse un mélange formé de 1 partie d'alloxane ou d'acide urique et de 8 parties d'acide azotique, on obtient, au bout de quelques jours, des cristaux d'*acide parabanique*.

L'acide parabanique présente l'aspect de prismes hexagonaux incolores, qui sont fusibles, décomposables par l'action de la chaleur et très solubles dans l'eau.

Le *parabanate d'argent* a pour formule $(AgO)^2,C^6Az^2O^4$.

ACIDE OXALURIQUE. — OXALURANILIDE.

L'acide parabanique, soumis à l'influence de l'ammoniaque bouillante, donne un sel ammoniacal, l'*oxalurate d'ammoniaque*, dont l'acide sulfurique sépare l'*acide oxalurique* $C^6H^3O^7Az^2,HO$.

L'acide oxalurique est cristallisable et soluble dans l'eau. Saturé par l'ammoniaque, il précipite le chlorure de baryum, le chlorure de strontium et l'azotate d'argent.

L'aniline, versée dans une dissolution bouillante d'acide parabanique, y produit un précipité cristallin d'*oxaluranilide* $C^{18}H^9Az^3O^6$. (MM. Laurent et Gerhardt.)

Le même composé prend encore naissance quand on chauffe un mélange d'acide parabanique pulvérisé et d'aniline desséchée. L'oxaluranilide obtenue par ce dernier procédé contient ordinairement de l'aniline ou de l'acide parabanique, que l'on enlève à l'aide de l'alcool.

L'oxaluranilide est inodore, insipide, insoluble dans l'eau bouillante, presque insoluble dans l'alcool bouillant. Elle entre en fusion à une haute température, et se décompose ensuite en dégageant des vapeurs d'acide cyanhydrique.

ACIDE THIONURIQUE. — ACIDE ALLOXANOSULFUREUX.

Lorsqu'on verse de l'acide sulfurique dans une dissolution d'alloxane, jusqu'à ce que le mélange commence à dégager de l'acide sulfureux, et qu'après avoir neutralisé la liqueur par le carbonate de potasse, on la fait bouillir pendant trente minutes, il se dépose par le refroidissement des aiguilles incolores d'un sel qui a été nommé *thionurate d'ammoniaque*.

Le thionurate d'ammoniaque produit dans une dissolution d'acétate de plomb un précipité de thionurate de plomb qui, décomposé par l'hydrogène sulfuré, donne l'*acide thionurique*.

L'*acide thionurique* $C^8H^2Az^3O^{11}S^2$ cristallise en aiguilles. Sa saveur est acide.

Les thionurates à base d'alcali sont tous solubles et cristallisables. Les autres thionurates paraissent peu solubles. (MM. Liebig et Wœhler.)

Une dissolution aqueuse et saturée d'alloxane, mêlée avec une disso-

Digitized by Google

lution saturée d'acide sulfureux dans l'eau, produit un nouvel acide, qui a reçu le nom d'*acide alloxanosulfureux*. (M. GREGORY.)

URAMILE. $C^8H^6Az^3O^6$. — ACIDE URAMILIQUE. $C^{16}H^{10}Az^5O^{15}$.

L'acide thionurique dissous se décompose par l'ébullition en acide sulfurique et en une nouvelle substance cristalline, qui a reçu le nom d'*uramile*, et dont la formule est $C^8H^6Az^3O^6$.

L'uramile cristallise en houppes soyeuses qui se colorent en rose sous l'influence des vapeurs ammoniacales, se dissolvent dans l'eau et dans les alcalis.

La dissolution ammoniacale d'uramile se colore à l'air en rouge pourpre, et abandonne des aiguilles cristallines d'un beau vert (*murexide*).

Le même produit vert se forme encore lorsqu'on fait réagir l'oxyde d'argent ou l'oxyde de mercure sur de l'uramile mise en suspension dans de l'eau bouillante.

L'acide azotique attaque l'uramile et la change en alloxane. L'acide sulfurique la dissout à froid sans l'altérer.

La potasse caustique, ajoutée dans une dissolution d'uramile, détermine l'absorption d'une certaine quantité d'oxygène de l'air, et il se forme un corps cristallin de couleur pourpre (*purpurate de potasse*).

(MM. LIEBIG et WOEHLER.)

Lorsqu'on ajoute de l'acide sulfurique à du thionurate d'ammoniaque, il se dépose au bout de quelque temps un acide particulier, l'*acide uranulique* $C^{16}Az^5H^{10}O^{15}$, qui cristallise en prismes à quatre pans incolores (M. Gregory).

ALLOXANTINE. $C^8H^5Az^2O^{10}$.

C^8	600,00		29,81
H^5	62,50		3,10
Az^2	350,00		17,39
O^{10}	1000,00		49,70
	2012,50		100,00

L'alloxane, soumise à l'action des corps désoxydants, produit une nouvelle substance, l'*alloxantine*, qui a pour formule $C^8H^5Az^2O^{10}$, et qui ne diffère de l'alloxane que par 1 équivalent d'hydrogène.

L'alloxantine cristallise en prismes obliques à quatre pans, qui se colorent en rouge sous l'influence de l'ammoniaque en prenant un reflet métallique.

Les cristaux d'alloxantine sont très solubles dans l'eau; leur dissolution rougit la teinture bleue de tournesol; elle précipite les sels de baryte, et devient d'un rouge pourpre par une addition d'ammoniaque.

En agissant sur l'alloxantine, les agents d'oxydation, tels que l'acide azotique et l'azotate d'argent, régénèrent l'alloxane.

Digitized by Google

Lorsqu'on mélange deux dissolutions bouillantes, l'une d'alloxantine et l'autre de chlorhydrate d'ammoniaque, il se produit de l'uramile et de l'alloxane.

On prépare ordinairement l'alloxantine en faisant passer un courant d'hydrogène sulfuré à travers une dissolution froide d'alloxane. Il se dépose du soufre et de l'alloxantine. On décante les eaux mères et l'on épuise le dépôt par l'eau bouillante, qui dissout l'alloxantine et la laisse cristalliser par le refroidissement.

Une dissolution d'alloxane, additionnée de protochlorure d'étain, laisse déposer de l'alloxantine.

L'alloxantine se produit encore lorsqu'on plonge une lame de zinc dans une dissolution d'alloxane aiguisée d'acide chlorhydrique.

ACIDE DIALURIQUE. $C^8H^4Az^2O^8$.

C^8	600,00		37,50
H^4	50,00		3,12
Az^2	150,00		9,37
O^8	800,00		50,01
	1600,00		100,00

Quand on fait arriver du gaz hydrogène sulfuré dans une dissolution bouillante d'alloxantine, il se précipite du soufre, et la liqueur s'acidifie. Si, après l'avoir neutralisée par du carbonate d'ammoniaque, on l'abandonne au refroidissement, elle laisse cristalliser un sel ammoniacal nouveau, le *dialurate d'ammoniaque*, qui, traité par l'acide chlorhydrique, donne l'acide dialurique.

L'acide dialurique est peu soluble dans l'eau. Il produit avec la potasse un sel cristallisable.

Le dialurate d'ammoniaque précipite les sels de baryte et de plomb.

MUREXIDE. $C^{12}H^6Az^5O^6$.

C^{12}	900,00		36,73
H^6	75,00		3,06
Az^5	875,00		35,71
O^6	600,00		24,50
	2450,00		100,00

Ce corps, obtenu pour la première fois par le docteur Prout, se produit quand les dérivés de l'acide urique sont mis en contact avec l'ammoniaque. Il sert à caractériser l'acide urique.

La murexide forme des prismes à quatre pans, à reflets métalliques et présentant les couleurs vertes des ailes de cantharide. Elle perd à 100° 2 équivalents d'eau de cristallisation. Elle est insoluble dans l'alcool,

Digitized by Google

dans l'éther et peu soluble dans l'eau, qu'elle colore cependant en pourpre magnifique.

L'acide azotique la transforme en alloxane.

On peut considérer la murexide comme le sel ammoniacal d'un acide particulier, l'*acide purpurique*, qui n'a pas encore été isolé; les précipités formés dans les sels de baryte, de strontiane, de chaux et de plomb, par les dissolutions de murexide, seraient alors des purpurates métalliques.

Quand on verse de l'azotate de potasse dans une dissolution concentrée de murexide, il se produit un précipité brun de *purpurate de potasse*.

L'azotate de soude donne, dans les mêmes conditions, du *purpurate de soude*.

Le *purpurate de magnésie* est très soluble dans l'eau.

Une dissolution de murexide forme, dans une dissolution d'azotate d'argent, additionnée de quelques gouttes d'acide azotique, un précipité pourpre ou vert de *purpurate d'argent*.

Pour obtenir la murexide, on peut :

1° Faire réagir une très petite quantité d'oxyde d'argent ou d'oxyde de mercure sur l'uramile;

2° Ajouter une dissolution d'alloxane dans une dissolution ammoniacale d'uramile;

3° Précipiter par l'ammoniaque une dissolution d'acide urique dans l'acide azotique;

4° Verser goutte à goutte une dissolution de carbonate d'ammoniaque dans une dissolution chaude d'alloxane, jusqu'à ce que le mélange répande une odeur d'ammoniaque. La murexide se dépose à l'état cristallin.

Mais le meilleur procédé de préparation de la murexide est de faire dissoudre 1 partie d'alloxane et 2,7 parties d'alloxantine hydratée dans de l'eau bouillante, et d'ajouter du carbonate d'ammoniaque à la dissolution. Lorsque la température est abaissée à 70°, la liqueur laisse déposer la murexide.

MUREXANE. $C^6H^4Az^2O^5$.

C^6	450,00		33,33
H^4	50,00		3,70
Az^2	350,00		25,92
O^5	500,00		37,05
	1350,00		100,00

La murexide, décomposée par les alcalis ou les acides, produit de l'alloxane, de l'alloxantine, de l'urée et une nouvelle substance cristalline, que l'on a nommée *murexane*.

Digitized by Google

Ce corps cristallise en paillettes soyeuses, insolubles dans l'eau. La murexane est incolore. On peut la comparer à l'orcine. En la soumettant en effet à l'influence de l'oxygène et des vapeurs ammoniacales, elle se transforme en une belle substance rouge qui n'est autre chose que la murexide.

La transformation de la murexane en murexide rappelle donc celle de l'orcine en orcéine. (M. LIEBIG.)

ACIDE ALLITURIQUE. $C^6H^2Az^2O^3,HO$.

C^6	450,00		36,36
H^2	25,00		2,02
Az^2	350,00		28,28
O^3	300,00		24,24
HO	112,50		9,10
	1237,50		100,00

Lorsqu'on évapore rapidement, à l'aide de l'ébullition, une dissolution d'alloxantine mêlée avec de l'acide chlorhydrique et qu'on laisse refroidir, la liqueur dépose par le refroidissement un nouveau corps mélangé avec de l'alloxantine non attaquée. Le nouveau corps est acide et a reçu le nom d'*acide alliturique*. Il a pour formule $C^6H^2Az^2O^3,HO$. Les alcalis le décomposent avec l'aide de la chaleur; il se dégage de l'ammoniaque.

ACIDE DILITURIQUE.

Dans la préparation de l'acide alliturique, on se sert d'acide azotique pour dissoudre l'alloxantine en excès. La dissolution d'alloxantine ainsi obtenue, traitée par l'hydrogène sulfuré, donne de l'alloxane. En mélangeant ensuite la liqueur décantée avec de l'acide azotique, il se forme un précipité jaune qui est du *diliturate d'ammoniaque*.

Ce sel est insoluble dans l'eau froide, soluble dans l'eau bouillante, insoluble dans l'ammoniaque caustique.

ACIDE HYDRILURIQUE. — ACIDE NITROHYDRILURIQUE.

Dans la préparation de l'alloxane au moyen de l'acide urique et de l'acide azotique, M. Schlieper a obtenu un sel ammoniacal formé par un nouvel acide qu'il a appelé *acide hydrilurique* $C^{12}H^5Az^3O^{11}$. Ce sel ammoniacal, traité par la potasse, puis par l'acide chlorhydrique, donne l'acide à l'état libre : l'acide hydrilurique est insoluble dans l'alcool, insoluble dans l'eau froide, peu soluble dans l'eau bouillante : traité par l'acide azotique, il donne de l'*acide nitrohydrilurique*.

Digitized by Google

Comme le montre le tableau suivant, qui résume les transformations que les divers réactifs font subir à l'alloxane, tous les dérivés de cette substance peuvent se convertir directement ou indirectement en un même produit, la murexide.

Alloxane. $C^8H^4Az^2O^{10}$.	Acide alloxanique. C^4HAzO^4.	Acide mésoxallique. $C^3H^2O^6$.	$C^{12}H^6Az^5O^6$. Murexide.	$C^6H^4Az^2O^3$. Muréxane.
		Acide leucoturique. $C^6H^3Az^2O^6$.		
		Difluane. $C^6H^4Az^2O^5$.		
	Acide mycomélinique. $C^{16}H^{10}Az^8O^{10}$.			
	Acide parabanique. $C^6H^2Az^2O^6$.	Acide oxalurique. $C^6H^4Az^2O^8$.		
		Oxaluranilide. $C^{18}H^9Az^3O^9$.		
	Acide thionurique. $C^8H^2Az^3S^2O^{14}$.	Uramile. $C^6H^6Az^2O^6$.		
		Acide uramilique. $C^{16}H^{10}Az^8O^{18}$.		
	Acide alloxanosulfureux.			
	Alloxantine. $C^8H^6Az^2O^{10}$.	Acide dialurique. $C^8H^4Az^2O^8$.		
		Acide alliturique. $C^8H^3Az^2O^4$.		
		Acide dilituriquè.		

(M. MALAGUTI.)

OXYDE XANTHIQUE, XANTHINE, OU ACIDE UREUX. $C^{10}H^4Az^4O^4$.

C^{10}.	750,00	. . . . .	39,47
H^4.	50,00	. . . . .	2,63
Az^4	700,00	. . . . .	36,84
O^4.	400,00	. . . . .	21,06
	1900,00		100,00

Ce corps, qui ne diffère de l'acide urique que par 2 équivalents d'oxygène, constitue des calculs très rares qui se déposent dans la vessie de l'homme. On le rencontre aussi dans les bézoards extraits des intestins de plusieurs ruminants.

L'oxyde xanthique est blanc, peu soluble dans l'eau, soluble dans les carbonates alcalins, les alcalis caustiques et l'acide sulfurique concentré. Il ne donne pas de coloration rouge quand on le traite successivement par l'acide azotique et par l'ammoniaque.

Digitized by Google

CYSTINE, OU OXYDE CYSTIQUE. $C^6H^6AzO^4S^2$.

C^6	450,00	30,00
H^6	75,00	5,02
Az.	175,00	11,66
O^4	400,00	26,66
S^2	400,00	26,66
	1500,00	100,00

La cystine a été découverte par Wollaston dans un calcul vésical. Elle est fort rare; cependant elle se forme dans la vessie de l'homme plus fréquemment qu'on ne l'avait pensé d'abord. Elle constitue des calculs qui, à part un peu de mucus, sont toujours formés de cystine pure.

La présence du soufre dans la cystine a été constatée pour la première fois par MM. Baudrimont et Malaguti. Pour la mettre en évidence, il faut décomposer la cystine par un mélange de nitre et de potasse chauffé au rouge ou par de l'eau régale concentrée; il se forme de l'acide sulfurique qu'on reconnaît à la réaction caractéristique des sels insolubles de baryte.

La cystine se comporte, relativement à certains acides, comme un alcali organique faible. Elle est blanche, cristalline, demi-transparente, insipide, inodore, insoluble dans l'eau et dans l'alcool, très soluble dans l'ammoniaque. Elle se dissout aussi dans les acides chlorhydrique, azotique et sulfurique étendus, et forme avec ces acides des sels d'une grande instabilité. La cystine jetée, même en très petite quantité, sur un charbon rouge, développe une odeur arsenicale bien caractéristique. D'après M. Thaulow, elle laisse dégager, quand on la chauffe dans un tube, un gaz spontanément inflammable au contact de l'air.

Les calculs de cystine sont jaunâtres, cristallins et transparents; ils fournissent de la cystine pure quand, après les avoir dissous dans l'ammoniaque, on filtre et l'on évapore la dissolution. La cystine s'en sépare en petits cristaux qui ne retiennent pas d'ammoniaque.

Les sels à base de cystine ont été jusqu'à présent peu étudiés.

ACIDE ROSACIQUE.

Nous signalons seulement ici l'existence de cet acide qui est caractérisé par sa coloration rose. On ne le rencontre que très rarement dans les urines, et il est toujours mélangé à l'acide urique. La composition de l'acide rosacique n'a pas été déterminée : sous l'influence de l'acide azotique, l'acide rosacique paraît se transformer en acide urique.

Digitized by Google

ACIDE HIPPURIQUE. $C^{18}H^{8}AzO^{5},HO$.

C^{18}	1350,00	60,33
H^{8}	100,00	4,46
Az	175,00	7,82
O^{5}	500,00	22,34
HO	112,50	5,05
	2237,50	100,00

M. Liebig a découvert dans l'urine des animaux herbivores et dans celle des enfants un acide azoté bien différent de l'acide urique, et qu'il a nommé *acide hippurique*.

Propriétés.

L'acide hippurique cristallise en gros prismes incolores terminés par des sommets dièdres. Cet acide est soluble dans 600 parties d'eau froide, dans une quantité beaucoup moindre d'eau bouillante, très soluble dans l'alcool et peu soluble dans l'éther. Lorsqu'on le soumet à l'action de la chaleur, il entre d'abord en fusion et se décompose ensuite en donnant naissance à une substance rouge qui a quelque analogie avec les résines, puis à un dépôt charbonneux, à une abondante sublimation d'acide benzoïque, et à des vapeurs d'acide cyanhydrique.

Si l'on fait bouillir une dissolution d'acide hippurique en présence des acides énergiques, tels que l'acide azotique, l'acide chlorhydrique, l'acide oxalique, etc., l'acide hippurique s'assimile les éléments de 2 équivalents d'eau et se dédouble en acide benzoïque et en sucre de gélatine :

$$\underbrace{C^{18}H^{8}AzO^{5},HO}_{\text{Acide hippurique.}} + 2HO = \underbrace{C^{14}H^{5}O^{3},HO}_{\text{Acide benzoïque.}} + \underbrace{C^{4}H^{4}AzO^{3},HO}_{\text{Sucre de gélatine.}}$$

(M. Dessaignes.)

Le chlorure de chaux peut opérer le même dédoublement.

L'acide hippurique donne aussi naissance à de l'acide benzoïque, quand on le met en présence de certains ferments ; l'urine de cheval qu'on laisse putréfier donne, par l'évaporation, une cristallisation abondante d'acide benzoïque : c'est même par cette dernière méthode que l'on prépare actuellement une partie de l'acide benzoïque que l'on trouve dans le commerce.

Lorsqu'on fait bouillir une dissolution d'acide hippurique avec de l'oxyde puce de plomb, il se forme de la benzamide et il se dégage en même temps de l'acide carbonique. La benzamide provenant de cette décomposition est ordinairement mélangée avec une sub-

Digitized by Google

stance particulière, l'*hipparaffine* $C^{16}H^{8}AzO^{2}$, qui a été découverte par M. Schwartz.

L'acide hippurique est attaqué par un mélange d'acide sulfurique, d'eau et de peroxyde de manganèse. Il se dégage de l'acide carbonique, et si l'on filtre la liqueur bouillante, elle laisse déposer, en se refroidissant, une cristallisation abondante d'acide benzoïque, tandis qu'elle retient en dissolution du sulfate d'ammoniaque et du sulfate de manganèse (Pelouze).

L'acide sulfurique froid dissout l'acide hippurique, sans lui faire subir aucune altération; à une température qui dépasse 120°, l'acide sulfurique le détruit et en sépare de l'acide benzoïque.

Une dissolution de potasse ou de soude transforme à l'ébullition l'acide hippurique en benzoate alcalin et en sucre de gélatine. (M. Dessaignes.)

En distillant l'acide hippurique avec 4 fois son poids de chaux vive, on obtient de la benzine. (M. Liebig.)

Quand on chauffe doucement un mélange d'acide hippurique et de baryte anhydre, il se dégage un liquide ayant l'odeur de la benzine, mais qui diffère de ce carbure d'hydrogène en ce qu'il forme avec l'acide chlorhydrique un sel cristallisable. (M. Gerhardt.)

Le phosphate de soude dissout l'acide hippurique.

État naturel. — Extraction.

L'acide hippurique, que l'on trouve dans l'urine des animaux herbivores et dans celle des enfants, se rencontre aussi en petite quantité dans l'urine de l'homme. (M. Liebig.)

On constate la présence de cet acide dans l'urine humaine en y ajoutant environ un vingtième de son volume d'acide chlorhydrique et en abandonnant le mélange au repos pendant vingt-quatre heures; l'acide hippurique se dépose en longs cristaux incolores.

L'acide benzoïque mêlé à des boissons ou à des aliments se change, dans l'acte de la digestion, en acide hippurique qu'on retrouve en proportion considérable dans l'urine.

Nous avons dit que l'urine des herbivores contient un ferment particulier, sous l'influence duquel l'acide hippurique se transforme rapidement en acide benzoïque. Toutefois il paraît démontré que l'urine du cheval et de la vache renferme quelquefois, au moment même où elle sort de la vessie de ces animaux, de l'acide benzoïque.

Pour obtenir l'acide hippurique, on évapore de l'urine de cheval jusqu'au huitième de son volume et on la traite ensuite par une certaine quantité d'acide chlorhydrique; on voit bientôt se déposer un corps jaune et cristallin qui est de l'acide hippurique impur.

On fait redissoudre cet acide dans de l'eau et l'on décolore la liqueur

Digitized by Google

par du charbon animal ; l'acide hippurique se dépose bientôt en cristaux parfaitement blancs.

La purification de l'acide hippurique peut être encore opérée de la manière suivante. On traite une dissolution bouillante de cet acide par un excès de lait de chaux : il se forme de l'hippurate de chaux soluble. On filtre la liqueur et on l'additionne de carbonate de potasse qui précipite la chaux à l'état de carbonate, tandis que l'acide hippurique, qui s'est combiné avec la potasse, reste en dissolution. Après avoir séparé par filtration le carbonate de chaux précipité, on fait bouillir la dissolution et l'on y verse de l'acide chlorhydrique, qui met en liberté l'acide hippurique pur.

La faible solubilité de l'acide hippurique dans les liqueurs acides permet de précipiter directement cet acide de l'urine de cheval par une simple addition d'acide chlorhydrique : 60 grammes d'acide chlorhydrique concentré suffisent pour opérer la précipitation de l'acide hippurique contenu dans 1 litre de cette urine. (M. Riley.)

100 parties d'urine de cheval fournissent 0,38 parties d'acide hippurique.

L'urine de vache peut en donner 1,3 pour 100. (M. Boussingault.)

HIPPURATES.

L'acide hippurique est monobasique ; les hippurates ont pour formule générale : $MO,C^{18}H^{8}AzO^{5}$.

La plupart des sels produits par l'acide hippurique sont cristallisables ; ils donnent de l'acide hippurique lorsqu'on les traite par un acide minéral énergique. Si on les distille avec de la potasse, ils fournissent de l'ammoniaque. Ils forment un précipité de couleur isabelle dans les sels de peroxyde de fer, des précipités blancs dans l'azotate d'argent et l'azotate de protoxyde de mercure.

Les hippurates ont été examinés récemment par M. Schwartz.

Hippurate de potasse. $KO,C^{18}H^{8}AzO^{5},2HO$. — Ce sel forme des prismes obliques, à base rhomboïdale, qui sont solubles dans l'eau, dans l'alcool, et deviennent anhydres par une dessiccation à la température de 100°.

On obtient l'hippurate de potasse en évaporant une dissolution d'acide hippurique qui a été neutralisée par le carbonate de potasse.

Le sel doit être purifié par des cristallisations répétées dans l'alcool et des lavages à l'éther.

Bihippurate de potasse. $KO,(C^{18}H^{8}AzO^{5})^{2},2HO$. — Le bihippurate de potasse est soluble dans l'eau. Il offre l'aspect de lamelles brillantes qui

Digitized by Google

perdent à 100° 4,77 pour 100 d'eau de cristallisation. On prépare le bihippurate de potasse en saturant incomplétement une dissolution d'acide hippurique par le carbonate de potasse.

Hippurate de soude. $NaO,C^{18}H^{8}AzO^{5},HO$. — Cet hippurate est cristallin, très soluble à chaud dans l'eau, dans l'alcool, et peu soluble dans l'éther. On l'obtient comme le sel de potasse correspondant.

Bihippurate d'ammoniaque. $AzH^{3},HO,(C^{18}H^{8}AzO^{5})^{2},2HO$. — Le bihippurate d'ammoniaque forme des prismes à base carrée terminés par quatre faces.

Ce sel se dissout dans de petites quantités d'eau ou d'alcool. Il est peu soluble dans l'éther, et présente des mouvements giratoires lorsqu'on le met à la surface de l'eau. On le prépare en dissolvant l'acide hippurique dans l'ammoniaque.

Hippurate de baryte. $BaO,C^{18}H^{8}AzO^{5},HO$. — L'hippurate de baryte présente l'aspect de prismes à base rectangulaire, qui sont solubles dans l'eau.

On obtient ce sel en évaporant une dissolution d'acide hippurique qui a été neutralisée par le carbonate de baryte. L'hippurate de baryte produit avec le benzoate de baryte une combinaison qui a pour formule : $BaO,C^{18}H^{8}AzO^{5},BaO,C^{14}H^{5}O^{3},5HO$.

Hippurate de strontiane. $StO,C^{18}H^{8}AzO^{5},5HO$. — L'hippurate de strontiane est cristallisable, peu soluble à froid dans l'eau et l'alcool. Il devient anhydre lorsqu'on le chauffe à 100°. On l'obtient comme l'hippurate de baryte.

Hippurate de chaux. $CaO,C^{18}H^{8}AzO^{5},3HO$. — Ce sel se présente tantôt en prismes rhomboédriques, tantôt en lamelles incolores qui sont solubles dans 18 parties d'eau froide et dans 6 parties d'eau chaude.

On l'obtient en saturant une dissolution bouillante d'acide hippurique par du carbonate de chaux et en évaporant ensuite la liqueur jusqu'à cristallisation.

Hippurate de magnésie. $MgO,C^{18}H^{8}AzO^{5},5HO$. — L'hippurate de magnésie forme des mamelons blancs solubles dans l'eau et qui perdent à 100° 4 équivalents d'eau de cristallisation.

Pour obtenir l'hippurate de magnésie, on neutralise par du carbonate de magnésie une dissolution d'acide hippurique, et l'on évapore jusqu'à cristallisation.

Digitized by Google

Hippurate de peroxyde de fer. — Ce sel est cristallisable, de couleur isabelle, insoluble dans l'eau et très soluble dans l'alcool. Il se précipite lorsqu'on mélange deux dissolutions concentrées, l'une d'hippurate de potasse et l'autre de perchlorure de fer.

Hippurate de cobalt. $CbO,C^{18}H^{8}AzO^{5},5HO$. — L'hippurate de cobalt est de couleur rose. Il cristallise en aiguilles ou en mamelons. On le produit en saturant une dissolution d'acide hippurique par le carbonate de cobalt. La liqueur dépose l'hippurate de cobalt par l'évaporation.

Hippurate de nickel. $NiO,C^{18}H^{8}AzO^{5},5HO$. — L'hippurate de nickel est cristallisable, insoluble dans l'éther, peu soluble dans l'eau froide, plus soluble dans l'eau et l'alcool bouillants. Il devient anhydre à 100°. On l'obtient comme le sel précédent.

Hippurate de plomb. $PbO,C^{18}H^{8}AzO^{5},2HO$ et $3HO$. — Ce sel cristallise sous deux formes différentes et avec des quantités d'eau variables. Une dissolution bouillante le dépose en aiguilles soyeuses renfermant 2 équivalents d'eau de cristallisation, qui se changent rapidement, au sein même de la liqueur, en lamelles brillantes contenant 3 équivalents d'eau.

Pour obtenir l'hippurate de plomb, on précipite à froid l'acétate neutre de plomb par l'hippurate de potasse, et, après avoir lavé le précipité avec de l'eau froide, on le reprend par l'eau bouillante, qui le laisse cristalliser en se refroidissant.

Hippurate d'argent. $AgO,C^{18}H^{8}AzO^{5},HO$. — L'hippurate d'argent est soluble dans l'eau bouillante et cristallisable. On le prépare en versant une dissolution d'azotate d'argent dans une dissolution d'hippurate de potasse.

ÉTHER HIPPURIQUE. $C^{22}H^{13}AzO^{6} = C^{4}H^{5}O,C^{18}H^{8}AzO^{5}$.

C^{22}	1650,00		63,76
H^{13}	162,50		6,28
Az	175,00		6,76
O^{6}	600,00		23,20
	2587,50		100,00

L'éther hippurique a été découvert par M. Stenhouse.

Propriétés.

Cet éther est solide, cristallisable, inodore, d'une saveur âcre, d'une densité égale à 1,043, fusible à 44°, décomposable par l'action de la cha-

Digitized by Google

leur, peu soluble dans l'eau et très soluble dans l'alcool. Le chlore le convertit à chaud en un composé cristallisable. L'acide azotique et l'acide sulfurique bouillants l'attaquent en produisant de l'acide benzoïque.

La potasse en dissolution alcoolique le dédouble en alcool et en acide hippurique.

Préparation.

On prépare l'éther hippurique en faisant passer un courant d'acide chlorhydrique à travers une dissolution bouillante d'acide hippurique dans l'alcool à 0,80. La liqueur s'épaissit, prend un aspect huileux et laisse déposer, lorsqu'on l'étend d'eau, des gouttelettes d'éther hippurique, qui ne tardent pas à se solidifier.

ACTION DE L'ACIDE AZOTIQUE SUR L'ACIDE HIPPURIQUE.

ACIDE NITROHIPPURIQUE. $C^{18}H^{7}Az^{2}O^{9},HO = C^{18}H^{7}(AzO^{4})AzO^{5},HO.$

C^{18}	1350,00	48,21
H^{7}	87,50	3,12
Az^{2}	350,00	12,50
O^{9}	900,00	32,14
HO	112,50	4,03
	2800,00	100,00

Propriétés.

Cet acide, découvert par M. Bertagnini, prend naissance lorsqu'on traite l'acide hippurique par un mélange d'acide azotique fumant et d'acide sulfurique concentré. On le trouve dans les urines d'individus qui ont absorbé de l'acide nitrobenzoïque.

L'acide nitrohippurique cristallise en aiguilles soyeuses et incolores, qui sont solubles dans l'alcool, dans l'éther et dans l'eau, surtout dans l'eau qui contient du phosphate de soude.

Les cristaux d'acide nitro-hippurique rougissent la teinture de tournesol. Ils fondent à 150° environ, puis se décomposent en dégageant des vapeurs d'acide benzoïque.

L'acide chlorhydrique convertit l'acide nitrohippurique en sucre de gélatine et en acide nitrobenzoïque.

Une dissolution d'acide nitrohippurique, additionnée d'un excès d'ammoniaque, prend une coloration rouge sous l'influence de l'hydrogène sulfuré, et dépose ensuite du soufre lorsqu'on la neutralise par un acide.

Le bi-oxyde d'azote, en réagissant sur l'acide nitrohippurique dissous

Digitized by Google

dans l'acide azotique, donne naissance à un acide nouveau peu connu.

L'acide nitrohippurique se dissout à froid sans altération dans l'acide sulfurique concentré; la solution, chauffée doucement, puis étendue d'eau, laisse déposer de l'acide nitrobenzoïque.

Si l'on distille l'acide hippurique avec 4 fois son poids de chaux vive, il passe dans le récipient une huile rougeâtre qui a une odeur de cannelle.

La potasse en dissolution concentrée attaque à chaud l'acide nitrohippurique : il se dégage de l'hydrogène et la masse se colore en rouge.

Préparation.

Pour obtenir l'acide nitrohippurique, on dissout à froid 1 partie en poids d'acide hippurique dans 4 parties d'acide azotique monohydraté, puis, en évitant l'élévation de température, on additionne la liqueur de 4,90 parties d'acide sulfurique concentré et on l'abandonne à elle-même pendant deux heures. Au bout de ce temps, en opérant lentement pour éviter encore la production de chaleur, on étend la masse de trois fois son volume d'eau : elle dépose, dans l'espace de douze heures, une abondante cristallisation d'acide nitrohippurique. Cet acide est coloré en jaune; pour le purifier, on le combine avec la chaux, puis on décompose le sel de chaux par l'acide chlorhydrique et l'on fait cristalliser à plusieurs reprises l'acide nitrohippurique.

NITROHIPPURATES.

Les nitrohippurates sont presque tous cristallisables; ils se dissolvent dans l'eau et dans l'alcool, et répandent une odeur aromatique lorsqu'on les soumet à l'action de la chaleur. Voici les formules de ceux qui ont été analysés :

Nitrohippurate de chaux	$CaO,C^{18}H^{7}(AzO^{4})AzO^{5},3HO$.
Nitrohippurate de zinc	$ZnO,C^{18}H^{7}(AzO^{4})AzO^{5},6HO$.
Nitrohippurate de plomb	$PbO,C^{18}H^{7}(AzO^{4})AzO^{5}$ (à 110°).
Nitrohippurate de cuivre	$CuO,C^{18}H^{7}(AzO^{4})AzO^{5},5HO$.
Nitrohippurate d'argent.	$AgO,C^{18}H^{7}(AzO^{4})AzO^{5}$.

(M. Bertagnini.)

Digitized by Google

ACTION DU BI-OXYDE D'AZOTE SUR L'ACIDE HIPPURIQUE.

ACIDE BENZOGLYCOLLIQUE. $C^{18}H^{7}O^{7},HO$.

C^{18}	1350,00		60,00
H^{7}	87,50		3,88
O^{7}	700,00		31,11
HO	112,50		5,01
	2250,00		100,00

L'acide benzoglycollique a été obtenu pour la première fois par M. Strecker en faisant agir le bi-oxyde d'azote sur une dissolution d'acide hippurique dans l'acide azotique.

Propriétés.

Cet acide cristallise en prismes rhomboïdaux ou en tables minces et incolores, qui sont fusibles, décomposables par la chaleur, assez solubles dans l'alcool, dans l'éther et peu solubles dans l'eau. Lorsqu'on le chauffe en présence d'une quantité d'eau insuffisante pour le dissoudre, il entre en fusion et se convertit en un liquide huileux, qui se prend en masse par le refroidissement.

Les acides étendus le dédoublent à chaud en acide benzoïque et en acide glycollique.

Préparation.

On prépare l'acide benzoglycollique en faisant passer lentement un courant de bi-oxyde d'azote dans une bouillie claire formée d'acide hipprique pulvérisé et d'acide azotique ordinaire. Le bi-oxyde d'azote est absorbé en totalité ; le mélange mousse beaucoup et l'acide hippurique finit par se dissoudre. En continuant à faire arriver le gaz jusqu'à ce que la dissolution prenne une teinte verte et en y versant ensuite de l'eau, on en précipite l'acide benzoglycollique, qui dans ce cas est légèrement jaunâtre. Il faut alors le combiner avec la chaux, purifier par cristallisation le sel calcaire et le décomposer enfin par l'acide chlorhydrique : on obtient ainsi l'acide benzoglycollique pur.

BENZOGLYCOLLATES.

Les benzoglycollates cristallisent facilement. Ils sont en général solu-

Digitized by Google

bles dans l'eau et dans l'alcool; leurs dissolutions laissent précipiter de l'acide benzoglycollique par l'addition des acides énergiques.

Nous donnons ici les formules des principaux benzoglycollates :

Benzoglycollate de soude.	$NaO,C^{18}H^{7}O^{7},6HO$.
Benzoglycollate de baryte.	$BaO,C^{18}H^{7}O^{7},2HO$.
Benzoglycollate de chaux.	$CaO,C^{18}H^{7}O^{7},HO$.
Benzoglycollate de peroxyde de fer.	$2(Fe^{2}O^{3}),3(C^{18}H^{7}O^{7})$.
Benzoglycollate de zinc.	$ZnO,C^{18}H^{7}O^{7},4HO$.
Benzoglycollates de plomb	$PbO,C^{18}H^{7}O^{7}$. $(PbO)^{3},2(C^{18}H^{7}O^{7})$. $(PbO)^{6},C^{18}H^{7}O^{7}$.
Benzoglycollate d'argent	$AgO,C^{18}H^{7}O^{7}$.

ACIDE CYANURÉNIQUE.

Cet acide, découvert par M. Liebig dans l'urine de chien, paraît remplacer dans ce liquide l'acide urique que l'on rencontre dans l'urine de l'homme.

Propriétés.

L'acide cyanurénique cristallise en aiguilles fines et incolores, qui rougissent la teinture de tournesol, sont insolubles dans l'alcool, dans l'éther, et très solubles dans l'eau.

Lorsqu'on soumet l'acide cyanurénique à l'action d'une chaleur graduellement croissante, il entre d'abord en fusion et donne ensuite un sublimé cristallin, très soluble dans l'alcool.

L'acide chlorhydrique, l'acide sulfurique et l'acide azotique dissolvent à froid l'acide cyanurénique sans l'altérer.

La dissolution d'acide cyanurénique dans l'acide sulfurique brunit sous l'influence de la chaleur, et dépose ensuite, par une addition d'eau, une substance amorphe, de couleur jaune-citron.

Les cyanurénates alcalins et alcalino-terreux sont cristallisables.

Préparation.

Pour obtenir l'acide cyanurénique, on dissout dans l'eau de chaux le dépôt que donne l'urine de chien par l'évaporation, et, après avoir étendu la liqueur d'une certaine quantité d'eau, on y verse de l'acide chlorhydrique ; l'acide cyanurénique se précipite aussitôt à l'état cristallin.

Digitized by Google

HYPOXANTHINE. $C^{10}Az^4H^4O^2$.

C^{10}	750,00	44,11
Az^4	700,00	41,17
H^4	50,00	2,94
O^2	200,00	11,78
	1700,00	100,00

L'hypoxanthine a été découverte par M. Schérer dans le liquide qui imprègne la rate de l'homme et celle du bœuf. On rencontre aussi l'hypoxanthine dans les muscles du cœur et dans le sang du bœuf. (M. Gerhardt.)

Propriétés.

Cette substance est cristallisable, fort peu soluble dans l'eau et dans l'alcool. Elle se dissout sans altération dans l'acide chlorhydrique bouillant. L'acide azotique la convertit en un corps cristallisable. L'acide sulfurique la dissout sans la charbonner.

L'oxyde puce de plomb (*acide plombique*) la transforme en un composé cristallisable.

Extraction.

On retire l'hypoxanthine de la rate en épuisant ce viscère par l'eau bouillante. L'extrait aqueux, étant additionné d'eau de baryte, donne un abondant précipité, qu'on enlève par la filtration. La liqueur claire, soumise à l'évaporation, dépose du carbonate de baryte, de l'acide urique et de l'hypoxanthine. En traitant ce mélange par une lessive de potasse, on dissout l'acide urique et l'hypoxanthine, que l'on sépare ensuite en ajoutant à la dissolution alcaline du chlorhydrate d'ammoniaque qui précipite l'acide urique à l'état d'urate d'ammoniaque. Après avoir filtré, on évapore doucement la liqueur, l'hypoxanthine se dépose pendant l'évaporation.

Ainsi obtenue, l'hypoxanthine contient encore de l'acide urique. Pour la purifier, il faut la redissoudre dans l'ammoniaque, faire cristalliser la dissolution, reprendre les cristaux par la potasse et faire passer un courant de gaz acide carbonique dans la dissolution. L'hypoxanthine se précipite alors à l'état de pureté.

Digitized by Google

CRÉATINE. $C^8H^9Az^3O^4,2HO$.

C^8	600,00		36,64
H^9	112,50		6,87
Az^3	525,00		32,06
O^4	400,00		24,43
	1637,50		100,00

La créatine a été découverte dans les muscles des mammifères par M. Chevreul.

Propriétés.

Cette substance est neutre, inodore, insipide, insoluble dans l'éther, soluble dans 75 parties d'eau froide et dans 94 parties d'alcool anhydre. Elle se dissout en grande quantité dans l'eau bouillante qui la dépose, par le refroidissement, en prismes rectangulaires brillants et nacrés, qui perdent, à 100°, 18 pour 100 ou 2 équivalents d'eau de cristallisation.

Les liqueurs faiblement acides ou alcalines dissolvent la créatine sans l'altérer ; mais les acides concentrés lui font perdre 4 équivalents d'eau, et elle se change en une base nouvelle, la *créatinine*, dont on doit la découverte à M. Liebig.

La créatine, traitée à l'ébullition par l'eau de baryte, se dédouble en urée et en une base organique que l'on a nommée *sarkosine*.

L'acide plombique (oxyde puce de plomb) ne paraît pas altérer la créatine. Le permanganate de potasse la convertit en un corps cristallisable peu connu.

L'oxyde de mercure se réduit au contact d'une dissolution bouillante de créatine et transforme ce corps en un alcali particulier. (M. Dessaignes.)

État naturel. — Extraction.

La créatine existe non-seulement dans les muscles des mammifères, mais encore dans la chair de la plupart des animaux : le bœuf, le mouton, le porc, le cheval, le lièvre, le renard, le chevreuil, le cerf, la martre, le veau, la baleine, le brochet, etc., renferment de la créatine. (M. Liebig, M. Price.)

On rencontre aussi la créatine dans le sang de bœuf (MM. Werdeil et Marcet), dans le bouillon de viande et dans l'urine de l'homme. (M. Liebig.)

Voici la méthode généralement employée pour obtenir la créatine. On pétrit avec de l'eau de la viande hachée et préalablement dégraissée, en choisissant surtout celle qui provient d'animaux maigres ; on exprime

Digitized by Google

le mélange à l'aide d'une presse, et l'on se sert du liquide qui en sort pour traiter de la même manière une nouvelle quantité de viande.

Les liqueurs réunies sont ensuite passées sur un linge qui retient les matières fibreuses, et introduites dans un ballon de verre que l'on chauffe au bain-marie jusqu'à ce que l'alumine et les matières colorantes se soient précipitées. On s'assure que cette précipitation est complète en prenant, à divers intervalles, une petite portion du liquide, et en le faisant bouillir dans un tube à essai : lorsque, malgré l'ébullition, ce liquide ne dépose plus de flocons rougeâtres, on doit suspendre l'action de la chaleur.

Il arrive parfois que la coagulation de l'albumine ne s'opère pas entièrement dans le ballon. On peut alors, sans inconvénient, en décanter le contenu dans une capsule de porcelaine et le porter à l'ébullition, car le dépôt, ne s'attachant plus au fond du vase, n'est pas exposé, comme dans les premiers moments de sa formation, à roussir et à communiquer au liquide une teinte brune difficile à faire disparaître.

Lorsque l'albumine et la matière colorante sont précipitées, on filtre le liquide, on l'évapore avec précaution à consistance sirupeuse et l'on y ajoute de l'eau de baryte jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de précipité. L'eau de baryte sépare des sels insolubles, et surtout du phosphate de baryte, du phosphate de magnésie et du sulfate de baryte. Le liquide, filtré et réduit au vingtième de son volume par évaporation, laisse déposer, dans un lieu chaud, la créatine sous la forme d'aiguilles ou de petits cubes incolores.

Il faut opérer au moins sur 5 kilogrammes de viande, autrement on n'obtiendrait, comme le montre le tableau suivant, que des quantités insignifiantes de créatine.

Désignation des espèces de viande.	Quantités de créatine données par 1000 parties de viande.		
Poulet	3,2	3,21	2,9
Cœur de bœuf	»	1,375	1,418
Morue	»	0,935	»
Pigeon	»	0,825	»
Cheval	0,72	»	»
Bœuf	0,697	»	»
Raie	»	0,607	»
	(M. Liebig.)		(M. Gregory.)

SELS DE CRÉATINE.

La créatine, comme l'urée, se combine avec les acides et produit des sels cristallisables.

Digitized by Google

Les sels de créatine rougissent la teinture bleue de tournesol. On les obtient directement en dissolvant la créatine dans les acides.

Voici les formules des quelques sels de créatine :

Chlorhydrate de créatine.	$C^8H^9Az^3O^4,HCl$.
Azotate de créatine. . . .	$C^8H^9Az^3O^4,AzO^5,HO$.
Sulfate de créatine	$C^8H^9Az^3O^4,SO^3,HO$.

L'azotate de créatine traité par le bi-oxyde d'azote donne un alcali nouveau qui a pour formule : C^6H^5Az. (M. Dessaignes.)

ACTION DES ACIDES SUR LA CRÉATINE.

CRÉATININE. $C^8H^7Az^3O^2$.

C^8.	600,00	. . . . .	42,47
H^7.	87,50	. . . . .	6,19
Az^3	525,00	. . . . .	37,16
O^2.	200,00	. . . . .	14,18
	1412,50		100,00

Lorsqu'on fait réagir les acides concentrés et bouillants sur la créatine, cette substance perd 4 équivalents d'eau et se convertit en une base organique qui a été nommée *créatinine*.

$$\underbrace{C^8H^9Az^3O^4,2HO}_{\text{Créatine.}} - 4HO = \underbrace{C^8H^7Az^3O^2}_{\text{Créatinine.}}.$$

Propriétés.

La créatinine, dont on doit la découverte à M. Liebig, cristallise en prismes incolores qui sont plus solubles dans l'eau et dans l'alcool que les cristaux de créatine : 1 partie de créatinine se dissout à 16° dans 11,49 parties d'eau et dans 10,31 parties d'alcool concentré. Cette base a une réaction alcaline et une saveur caustique comme l'ammoniaque. Elle précipite en blanc le sublimé corrosif, l'azotate d'argent, le chlorure de zinc, et réduit à l'ébullition l'oxyde de mercure. Elle forme avec tous les acides des sels qui cristallisent facilement. Le chlorure double de platine et de créatinine se présente en octaèdres aplatis, jaunes, à faces très larges et superposées.

Nous donnons ici la formule des principaux sels de créatinine :

Chlorhydrate de créatinine.	$C^8H^7Az^3O^2,HCl$.
Chlorure double de zinc et de créatinine.	$C^8H^7Az^3O^2,HCl,ZnCl$.
Chlorure double de platine et de créatinine . . .	$C^8H^7Az^3O^2,HCl,PtCl^2$.
Sulfate de créatinine.	$C^8H^7Az^3O^2,SO^3,HO$.

Digitized by Google

Préparation.

On prépare ordinairement la créatinine en attaquant la créatine par l'acide chlorhydrique concentré et bouillant. La liqueur dépose en se refroidissant des cristaux de chlorhydrate de créatinine. En faisant bouillir une dissolution aqueuse de ce sel avec trois fois son poids d'oxyde de plomb hydraté, qu'il faut ajouter par petites quantités à la fois et en laissant écouler un certain temps entre chaque addition, on donne naissance à un chlorure de plomb basique insoluble, tandis que la créatinine reste dans les eaux mères, qui la déposent à l'état cristallin par l'évaporation.

On peut aussi transformer par double décomposition le chlorhydrate de créatinine en sulfate et décomposer ensuite ce sel par le carbonate de baryte.

L'urine de plusieurs mammifères, particulièrement celle de l'homme, peut donner de la créatinine : il suffit de neutraliser cette urine par un lait de chaux, d'y verser ensuite du chlorure de calcium dissous jusqu'à ce qu'il ne se précipite plus de phosphate de chaux, de filtrer et d'évaporer à cristallisation. Les eaux mères qui recouvrent les cristaux ainsi obtenus, étant décantées et mélangées avec une dissolution sirupeuse de chlorure de zinc, dans la proportion de 3 grammes de chlorure pour 100 grammes de liqueur, laissent déposer, au bout de trois ou quatre jours, des mamelons jaunâtres renfermant la créatinine. Après avoir lavé ces mamelons à l'eau froide, on les reprend par l'eau bouillante et l'on ajoute de l'oxyde de plomb hydraté à la dissolution. La liqueur devient alcaline, laisse déposer de l'oxyde de zinc, du chlorure de plomb, et retient un mélange de créatine et de créatinine que l'on sépare à l'aide de l'alcool.

Le bouillon de viande contient une petite quantité de créatinine.

(M. Liebig.)

ACTION DE LA BARYTE SUR LA CRÉATINE.

SARKOSINE. $C^6H^7AzO^4$.

C^6	450,00		40,44
H^7	87,50		7,86
Az	175,00		15,73
O^4	400,00		35,97
	1112,50		100,00

La créatine, traitée par une dissolution bouillante de baryte, employée

Digitized by Google

en excès, se dédouble en urée et en une base nouvelle qui a reçu le nom de *sarkosine :*

$$\underbrace{C^8H^{11}Az^3O^6}_{\text{Créatine.}} = \underbrace{C^6H^7AzO^4}_{\text{Sarkosine.}} + \underbrace{C^2H^4Az^2O^2}_{\text{Urée.}}.$$

Mais l'excès même de baryte que l'on est obligé d'employer détermine la décomposition de l'urée en ammoniaque qui se dégage et en acide carbonique qui est absorbé par la baryte ; de telle sorte que la liqueur ne retient en dissolution que la sarkosine et une partie de la baryte.

Propriétés.

La sarkosine présente la même composition centésimale que la lactamide et l'uréthane, mais elle s'en distingue par son insolubilité dans l'éther et dans l'alcool. Elle cristallise en prismes rhomboédriques droits, d'une transparence parfaite ; elle n'exerce aucune action sur les réactifs colorés et possède une saveur douce faiblement métallique. Elle colore en bleu foncé l'acétate de cuivre dissous avec lequel elle produit un composé cristallin. Elle forme avec les divers acides des sels cristallisables, et se comporte à leur égard comme une véritable base alcaline.

Voici les formules des principaux sels de sarkosine :

Chlorhydrate de sarkosine.	$C^6H^7AzO^4,HCl$.
Chlorure double de platine et de sarkosine. . . .	$C^6H^7AzO^4,HCl,PtCl^2$.
Sulfate de sarkosine	$C^6H^7AzO^4,SO^3,3HO$.

Préparation.

Pour obtenir la sarkosine, il faut ajouter peu à peu à une dissolution bouillante et saturée de créatine 10 fois son poids de baryte hydratée, et maintenir le mélange en ébullition jusqu'à ce que le dégagement d'ammoniaque cesse complétement. En filtrant alors la liqueur, précipitant par l'acide carbonique l'excès de baryte qu'elle renferme, et évaporant à consistance sirupeuse après avoir enlevé le carbonate de baryte, on obtient, au bout de quelque temps, de beaux cristaux de sarkosine.

Cette base n'est pas encore parfaitement pure ; pour la purifier, on doit la dissoudre dans un excès d'acide sulfurique étendu, évaporer la liqueur au bain-marie et additionner d'alcool le résidu sirupeux de sulfate, en ayant soin de l'agiter continuellement. Le sulfate se convertit alors en une poudre cristalline qu'on lave à l'alcool et qu'on reprend par l'eau froide. La dissolution étant ensuite chauffée avec du carbonate de baryte jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'acide carbonique, filtrée et évaporée au bainmarie à consistance de sirop, dépose, au bout de vingt-quatre ou trente-six heures, des cristaux de sarkosine pure. (M. Liebig.)

Digitized by Google

ACTION DE L'OXYDE DE MERCURE SUR LA CRÉATINE.

MÉTHYLURIAQUE. $C^4H^7Az^3$.

C^4	300,00	32,87
H^7	87,50	9,58
Az^3	525,00	57,55
	912,50	100,00

L'oxyde de mercure réagit à chaud sur la créatine et convertit cette substance en une base nouvelle qui a reçu le nom de *méthyluriaque*. Cette base contient les éléments de l'urée et de la méthyliaque moins les éléments de l'eau :

$$\underbrace{C^4H^7Az^3}_{\text{Méthyluriaque.}} = \underbrace{C^2H^4Az^2O^2}_{\text{Urée.}} + \underbrace{C^2H^5Az}_{\text{Méthyliaque.}} - 2HO.$$

Propriétés.

La méthyluriaque est incolore, déliquescente, volatile et soluble dans l'eau. Elle absorbe rapidement l'acide carbonique de l'air et décompose à froid les sels ammoniacaux.

Les dissolutions concentrées de méthyluriaque forment des précipités volumineux dans les dissolutions de chlorure de baryum, de chlorure de calcium, de sulfate d'alumine, de perchlorure de fer et d'azotate d'argent. Elles troublent les sels de cuivre et de mercure. Elles dissolvent l'oxyde et le chlorure d'argent.

Les sels de méthyluriaque cristallisent facilement.

Le *chlorure double de platine et de méthyluriaque* $C^4H^7Az^3,HCl,PtCl^2$ est cristallin, d'un beau jaune orangé. Il dégage une odeur de triméthyliaque lorsqu'on le chauffe.

L'*oxalate de méthyluriaque* $C^4H^7Az^3,HO,C^2O^3,4HO$, présente l'aspect de prismes aplatis qui bleuissent la teinture rouge de tournesol, se dissolvent facilement dans une petite quantité d'eau, et répandent une odeur de créatine grillée lorsqu'on les chauffe sur une lame de platine.

Préparation.

On prépare la méthyluriaque en chauffant une dissolution aqueuse de créatine avec de l'oxyde de mercure. Il se dégage de l'acide carbonique, l'oxyde de mercure se réduit et l'on obtient, par le refroidissement, des cristaux d'oxalate de méthyluriaque.

Ce sel, décomposé à une douce chaleur par un lait de chaux, donne la méthyluriaque. (M. Dessaignes.)

Digitized by Google

INOSITE. $C^{12}H^{12}O^{12},4HO$.

C^{12}	900,00		33,33
H^{12}	150,00		5,55
O^{12}	1200,00		44,44
$(HO)^4$	450,00		16,68
	2700,00		100,00

M. Scherer a trouvé dans les eaux mères de la préparation de la créatine une substance sucrée qui présente la même composition que le glucose, et à laquelle il a donné le nom d'*inosite*.

La présence de l'inosité a été constatée aussi dans le tissu pulmonaire. (M. Cloetta).

Propriétés.

L'inosite présente l'aspect d'aiguilles prismatiques incolores qui perdent leur transparence au contact de l'air en laissant dégager une partie de leur eau de cristallisation.

Les cristaux d'inosite deviennent anhydres à 100°, et se convertissent vers 220° en un liquide, limpide qui se solidifie par le refroidissement. Ils sont très solubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool et insolubles dans l'éther.

Les dissolutions aqueuses d'inosite ne paraissent pas éprouver la fermentation alcoolique, mais elles subissent les fermentations lactique et butyrique. Elles ne brunissent pas comme celles du glucose sous l'influence de la potasse caustique, et ne produisent pas de précipité d'oxyde rouge de cuivre en agissant sur une dissolution bouillante de sulfate de cuivre, qui a été préalablement additionnée de potasse caustique.

L'acide chlorhydrique et l'acide sulfurique étendus n'altèrent pas à froid l'inosite; l'acide sulfurique concentré la charbonne.

Lorsqu'on humecte l'inosite avec de l'acide azotique, qu'on dessèche sur une lame de platine le magma qui s'est formé, et qu'après avoir mouillé légèrement le résidu de la dessiccation, d'abord avec de l'ammoniaque, puis avec du chlorure de calcium dissous, on le chauffe de nouveau, ce résidu prend une teinte rouge très vive.

Cette réaction caractéristique permet de reconnaître facilement l'inosite: la coloration rouge est encore sensible pour une quantité d'inosite moindre que 1 milligramme.

Préparation.

Pour se procurer l'inosite, il faut concentrer les eaux mères qui ont fourni la créatine, précipiter par l'acide sulfurique l'excès de baryte

Digitized by Google

qu'elles renferment, séparer le sulfate de baryte, et chauffer la liqueur de manière à volatiliser autant que possible les acides gras volatils qui s'y trouvent. On agite ensuite le résidu avec de l'éther qui dissout les dernières traces de ces acides gras, on décante la solution éthérée, puis on verse de l'alcool dans le liquide aqueux restant. Il se dépose alors un mélange d'inosite et de sulfate de baryte que l'on sépare à l'aide d'une petite quantité d'eau bouillante. (M. Scherer.)

ACIDE INOSIQUE. $C^{10}H^{6}Az^{2}O^{10},HO$.

C^{10}	750,00		32,78
H^{6}	75,00		3,27
Az^{2}	350,00		15,30
O^{10}	1000,00		43,71
HO	112,50		4,94
	2287,50		100,00

L'acide inosique existe comme l'inosite dans les eaux mères provenant de la préparation de la créatine.

Propriétés.

Cet acide est incristallisable, très soluble dans l'eau, d'une saveur de bouillon très agréable. L'alcool le précipite de la dissolution aqueuse. Il est insoluble dans l'éther; il ne forme pas de précipité dans les eaux de chaux et de baryte; il trouble au contraire les sels de cuivre dans lesquels il produit un précipité vert bleu, insoluble dans l'eau bouillante.

Les inosates, chauffés sur une lame de platine, se décomposent en répandant une odeur de rôti.

Préparation.

On retire l'acide inosique des eaux mères qui ont déposé la créatine, en concentrant ces eaux mères par l'évaporation et en les additionnant ensuite d'alcool, jusqu'à ce que le mélange présente l'aspect du lait. Il se dépose au bout de quelques jours un mélange cristallin, formé de créatine, d'inosate de potasse, d'inosate de baryte, et de diverses matières indéterminées. On reprend ces cristaux par l'eau chaude, puis on verse du chlorure de baryum dans la dissolution, qui laisse cristalliser l'inosate de baryte par le refroidissement. Ce sel, décomposé par l'acide sulfurique, donne l'acide inosique. (M. Liebig.)

Digitized by Google

ACIDE CHOLIQUE. $C^{52}H^{42}AzO^{11},HO$.

C^{52}	3900,00		67,10
H^{42}	525,00		9,03
Az	175,00		3,01
O^{11}	1100,00		18,92
HO	112,50		1,94
	5812,50		100,00

Propriétés.

L'acide cholique cristallise en aiguilles incolores, qui sont solubles dans l'eau, dans l'éther, et dans l'alcool. Cet acide se dissout également à froid dans l'acide chlorhydrique, l'acide sulfurique et l'acide acétique. Lorsqu'on chauffe une dissolution d'acide cholique dans l'acide sulfurique ou dans l'acide chlorhydrique concentré, la liqueur se trouble et dépose des gouttelettes huileuses d'*acide cholonique* $C^{52}H^{40}AzO^{9},HO$, qui ne tardent pas à se solidifier.

Les mêmes acides, très étendus, convertissent d'abord l'acide cholique en *acide choloïdique* (M. Demarçay), et finalement en glycocolle et en *dyslysine*.

La potasse, la soude, l'ammoniaque, la baryte, dissolvent l'acide cholique.

Quand on fait bouillir une dissolution de potasse ou de baryte, dans laquelle on a ajouté de l'acide cholique, cet acide se transforme en sucre de gélatine et en un nouvel acide, l'*acide cholalique*.

Préparation.

On obtient l'acide cholique en épuisant à l'ébullition par l'alcool à 85° le précipité que produit l'acétate de plomb dans la bile récente, filtrant l'extrait alcoolique pendant qu'il est chaud, et le traitant par l'hydrogène sulfuré. Il se précipite du sulfure de plomb, et l'acide cholique est mis en liberté. On enlève le sulfure par filtration et on lave ce sel jusqu'à ce que le liquide filtré commence à se troubler. Ce liquide, abandonné alors à lui-même, dépose des aiguilles d'acide cholique.

L'acide cholique ainsi obtenu contient ordinairement une certaine quantité d'un corps isomérique, l'*acide paracholique;* mais on le purifie en le lavant avec de l'eau froide et en le traitant ensuite par l'eau bouillante, qui ne dissout pas l'acide paracholique. (M. Strecker.)

Digitized by Google

CHOLATES.

Les cholates ont pour formule générale : $MO,C^{52}H^{42}AzO^{11}$. Ils sont solubles dans l'alcool. Leur saveur est à la fois amère et sucrée. Ils précipitent l'azotate d'argent, l'acétate neutre et le sous-acétate de plomb.

ACTION DES ACIDES CONCENTRÉS SUR L'ACIDE CHOLIQUE.

ACIDE CHOLONIQUE. $C^{52}H^{40}AzO^{9},HO$.

C^{52}	3900,00	69,79
H^{40}	500,00	8,94
Az.	175,00	3,13
O^{9}	900,00	16,10
HO	112,50	2,04
	5587,50	100,00

Cet acide présente l'aspect d'aiguilles brillantes, qui sont insolubles dans l'eau et solubles dans l'alcool. Il forme avec les alcalis des sels solubles dans l'eau et précipitables de leur dissolution par le sel ammoniac. Les cholonates alcalino-terreux sont insolubles.

On prépare l'acide cholonique en chauffant l'acide cholique avec de l'acide sulfurique ou de l'acide chlorhydrique concentré. La liqueur se trouble et dépose des gouttelettes huileuses qui se solidifient au bout de peu de temps. On traite ce produit par l'eau de baryte ; il se forme du cholonate de baryte insoluble qui, décomposé par l'acide chlorhydrique, donne l'acide cholonique. Cet acide est repris par l'alcool, qui le dépose à l'état cristallin. (M. Strecker.)

ACTION DE LA POTASSE SUR L'ACIDE CHOLIQUE.

ACIDE CHOLALIQUE. $C^{48}H^{39}O^{9},HO$.

C^{48}	3600,00	70,58
H^{39}	487,50	9,55
O^{9}	900,00	17,64
HO	112,50	2,23
	5100,00	100,00

Propriétés.

L'acide cholalique cristallise dans l'alcool ou dans l'éther en tétraèdres

Digitized by Google

ou en octaèdres à base carrée, d'un éclat vitreux, d'une saveur amère avec un arrière-goût sucré. Il devient opaque à l'air en y perdant une partie de son eau de cristallisation. Il est soluble dans 750 parties d'eau bouillante, 4000 parties d'eau froide, et 48 parties d'éther. L'alcool bouillant le dissout en proportion considérable.

Il arrive quelquefois que l'acide cholalique, en se déposant de ses dissolutions, ne contient que 3 équivalents d'eau au lieu de 6. Il cristallise dans ce cas en tables rhomboïdales dérivant d'un prisme oblique, et sous cette dernière forme, il est beaucoup plus facilement altérable par la chaleur.

L'acide cholalique se dissout facilement dans les alcalis et dans les carbonates alcalins. La dissolution d'un cholalate alcalin cristallise lorsqu'on l'abandonne au refroidissement, après l'avoir convenablement concentrée; par une évaporation spontanée, elle laisse une espèce de vernis, très soluble dans l'alcool.

Les cholalates à base de potasse ou de soude ne précipitent pas les dissolutions étendues de chlorure de baryum : ils forment avec le chlorure de calcium une gelée incolore, que l'alcool convertit peu à peu en aiguilles cristallines. Les cholalates forment dans les sels de cuivre un précipité d'un blanc bleuâtre, et dans les sels de mercure et d'argent, des précipités blancs solubles dans l'alcool.

Une dissolution alcoolique d'acide cholalique, neutralisée par la potasse et mêlée avec de l'éther, laisse déposer des aiguilles incolores de cholalate de potasse $KO,C^{48}H^{39}O^{3}$. Des sels analogues peuvent être obtenus avec la soude, l'ammoniaque, la baryte et la chaux.

Les cholalates ont une saveur amère ; ils sont solubles dans l'alcool, et se colorent en violet quand on les chauffe avec un mélange de sucre et d'acide sulfurique.

Lorsqu'on distille l'acide cholalique, il passe dans le récipient une huile jaunâtre, acide, soluble dans l'éther, et dont la dissolution dans les alcalis précipite les sels métalliques.

L'acide cholalique se convertit à 200° en acide choloïdique; à 290°, il se change en *dyslysine*. Cette double transformation a lieu sans qu'il se produise autre chose que de l'eau.

Préparation.

Pour obtenir l'acide cholalique, on verse de la potasse dans la dissolution d'un cholate, sans en ajouter assez pour précipiter du cholate de potasse, puis on fait bouillir la liqueur dans un ballon. Il se dépose, au bout de peu de temps, du cholalate de potasse amorphe qui se change lentement en une masse cristalline. Après trente-six heures d'une ébullition soutenue, et pendant laquelle on a renouvelé l'eau à mesure qu'elle

Digitized by Google

se vaporisait, on jette le contenu du ballon sur un linge qui retient le cholalate. Ce sel est exprimé et redissous dans l'eau. La liqueur étant additionnée d'acide chlorhydrique, dépose de l'acide cholalique. Cet acide, qui d'abord est résineux, durcit bientôt et se laisse facilement pulvériser. On le reprend par un mélange d'alcool et d'éther, qui le dépose à l'état de cristallin par le refroidissement. (M. Demarçay.)

ACIDE CHOLOÏDIQUE. $C^{48}H^{39}O^{9}$.

C^{48}	3600,00		72,18
H^{39}	487,50		9,77
O^{9}	900,00		18,05
	4987,50		100,00

Propriétés.

L'acide choloïdique est solide, blanc, inodore, insoluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool, peu soluble dans l'éther. Il fond à une température supérieure à 150° ; l'eau bouillante le ramollit sans le dissoudre. Il s'unit aux oxydes métalliques sans perdre d'eau. L'acide choloïdique ne se distingue donc de l'acide cholalique que par les éléments de 1 équivalent d'eau : la composition centésimale des sels formés par ces deux acides est la même, mais ces sels diffèrent par leurs propriétés. Tandis que le cholalate de baryte est soluble dans l'eau et cristallisable, le choloïdate de la même base est insoluble et amorphe.

Les choloïdates alcalins se dissolvent dans l'eau et dans l'alcool ; leur saveur présente de l'amertume. Ils paraissent se dédoubler au contact de l'eau en un sel acide et en un sel basique. Les autres choloïdates sont insolubles ou fort peu solubles dans l'eau. L'alcool les dissout facilement.

Préparation.

Pour préparer l'acide choloïdique, on peut :

1° Chauffer à 200° l'acide cholique ;

2° Traiter la bile par l'acide oxalique (MM. Theyer et Schlosser) ;

3° Maintenir en ébullition, pendant trois ou quatre heures, la bile avec un excès d'acide chlorhydrique étendu, laisser refroidir au bout de ce temps, et séparer par décantation l'acide choloïdique qui s'est déposé au fond du vase.

L'acide choloïdique préparé par cette dernière méthode est ordinairement souillé d'acide chlorhydrique, d'acide margarique et de cholestérine. On le purifie en le faisant fondre à plusieurs reprises avec de l'eau,

Digitized by Google

qui enlève l'acide chlorhydrique, et en l'agitant ensuite avec de l'éther, qui dissout l'acide margarique et la cholestérine. (M. Demarçay.)

ACIDE CHOLÉIQUE.

Propriétés.

Cet acide n'a pas encore été obtenu à l'état de pureté. Les dissolutions alcalines bouillantes le transforment en taurine et en acide cholalique qui se trouvent mêlés à une certaine quantité de glycocolle dont on doit attribuer la production à la présence de l'acide cholique qui est mélangé avec l'acide choléique.

Les choléates à base d'alcali sont cristallisables, insolubles dans l'éther, très solubles dans l'eau et dans l'alcool. Leur saveur est à la fois amère et sucrée. Ils ne troublent pas les dissolutions de chaux, de baryte, de magnésie, d'acétate neutre de plomb et d'azotate d'argent. Ils précipitent l'acétate de cuivre rendu légèrement ammoniacal et le sous-acétate de plomb.

Les acides versés dans la dissolution d'un choléate ne produisent d'abord aucun précipité ; la liqueur, portée à l'ébullition, dépose de l'acide choloïdique, et retient de la taurine. Tous les choléates, chauffés avec un mélange de sucre et d'acide sulfurique, se colorent en violet.

Préparation.

On prépare l'acide choléique en versant de l'acétate de plomb dans la bile récente, enlevant le dépôt qui se produit et additionnant la liqueur claire d'une petite quantité de sous-acétate de plomb, filtrant pour séparer le léger précipité blanchâtre qui s'est formé, et répétant successivement ces filtrations et ces précipitations, jusqu'à ce que le précipité soit d'une blancheur parfaite. On filtre alors une dernière fois, le liquide filtré est mélangé avec un excès de sous-acétate de plomb rendu légèrement ammoniacal, et le précipité est repris par l'alcool. La solution alcoolique, traitée par l'hydrogène sulfuré, laisse déposer du sulfure de plomb, et retient l'acide choléique. Il suffit alors, pour obtenir cet acide à l'état solide, d'évaporer dans le vide la solution alcoolique (M. Heintz).

(M. Strecker.)

Digitized by Google

ACIDE HYOCHOLIQUE. $C^{54}H^{43}AzO^{10},HO$.

C^{54}	4050,00	68,93
H^{43}	537,50	9,14
Az.	175,00	2,97
O^{10}	1000,00	17,02
HO	112,50	1,94
	5875,00	100,00

L'acide hyocholique a été découvert dans la bile de porc par MM. Strecker et Gundelack.

Propriétés.

Cet acide est résineux, de couleur blanche, fusible dans l'eau chaude, très peu soluble dans ce liquide et insoluble dans l'éther. Les dissolutions d'acide hyocholique précipitent les sels de chaux et de baryte.

Lorsqu'on chauffe l'acide hyocholique en présence de l'acide azotique concentré, il se convertit en une masse jaunâtre formée d'acide oxalique, d'acide cholestérique et d'acides gras volatils.

Les mêmes acides gras volatils et de l'acide cyanhydrique prennent naissance lorsqu'on oxyde l'acide hyocholique par un mélange d'acide sulfurique et de bichromate de potasse. L'acide sulfurique concentré charbonne l'acide hyocholique. L'acide chlorhydrique bouillant le convertit en un *acide hyocholoïdique*, en *hyodyslysine*, et en sucre de gélatine.

Les alcalis et les carbonates alcalins dissolvent facilement l'acide hyocholique. La potasse caustique transforme cet acide en *acide hyocholalique*.

Préparation.

Pour obtenir l'acide hyocholique, on additionne la bile d'un excès de sulfate de soude cristallisé, et l'on chauffe modérément ce mélange sur un bain de sable. A mesure que le sulfate se dissout, l'hyocholate de soude se dépose, entraînant avec lui le mucus et une matière colorante jaune. Le dépôt est recueilli sur un filtre, lavé avec une dissolution concentrée de sulfate de soude, séché à 110°, et traité par l'alcool absolu, qui enlève l'hyocholate de soude En additionnant d'acide sulfurique une dissolution aqueuse d'hyocholate de soude, on met en liberté l'acide hyocholique.

Digitized by Google

ACIDE CHÉNOCHOLIQUE.

L'acide chénocholique existe dans la bile d'oie à l'état de sel de soude. On ne le connaît qu'en combinaison avec cette base.

On isole le chénocholate de soude en additionnant la bile de 2 fois son volume d'alcool concentré, filtrant pour séparer le mucus, évaporant à sec la liqueur claire, desséchant le résidu à 110°, le pulvérisant, puis le faisant digérer avec de l'alcool absolu qui dissout seulement quelques matières grasses et le chénocholate de soude. La solution alcoolique, soumise à l'évaporation, donne une masse sirupeuse qui, lavée à l'éther, reprise par l'alcool, décolorée par le charbon animal et desséchée à 100°, doit être considérée comme du chénocholate de soude pur.

Le chénocholate de soude est cristallisable. Il précipite les dissolutions de chlorure de baryum, de chlorure de calcium, de sous-acétate de plomb, et donne, lorsqu'on le chauffe avec de l'acide sulfurique et du sucre, la coloration violette caractéristique des acides de la bile.

(M. Marsson.)

ACIDE LITHOFELLIQUE. $C^{40}H^{35}O^{7},HO$.

C^{40}	3000,00		70,58
H^{35}	437,50		10,29
O^{7}	700,00		16,47
HO	112,50		2,66
	4250,00		100,00

Propriétés.

L'acide lithofellique compose presque exclusivement les calculs biliaires connus sous le nom de *bézoards orientaux*.

Cet acide cristallise en prismes rhomboïdaux incolores, insolubles dans l'eau, solubles à chaud dans 6 parties d'alcool et dans 47 parties d'éther.

Les cristaux d'acide lithofellique fondent à 205°, et se prennent par le refroidissement en une masse cristalline. Quand après les avoir chauffés au-dessus de leur point de fusion, on les laisse refroidir, ils se concrètent en une masse vitreuse qui peut fondre alors à 105°. L'acide lithofellique amorphe, repris par l'alcool, donne de nouveau de l'acide cristallisé (M. Wœhler). Lorsqu'on fond l'acide lithofellique sur une lame de platine, il se volatilise lentement en répandant des vapeurs blanches dont l'odeur est aromatique. Enfin, quand on le soumet à la distillation, il se transforme en un acide qui a pour formule $C^{40}H^{34}O^{6}$, et auquel on a donné le nom d'*acide pyrolithofellique* (MM. Malaguti et Sarzeau).

Digitized by Google

Sous l'influence de l'acide azotique bouillant, l'acide lithofellique se transforme en un acide azoté qui a pour formule : $C^{40}H^{28}AzO^{22}$.

Quand on chauffe l'acide lithofellique avec un mélange d'acide sulfurique et de sucre ; la masse prend une coloration violette. Les lithofellates n'ont pas encore été étudiés. (GŒBEL.)

Préparation.

On obtient l'acide lithofellique pur, en dissolvant à chaud les bézoards dans l'alcool, décolorant la solution par le charbon animal, et la faisant ensuite cristalliser.

TAURINE $C^4H^7AzS^2O^6$.

C^4	300,00		19,20
H^7	87,50		5,60
Az	175,00		11,20
S^2	400,00		25,60
O^6	600,00		38,40
	1562,50		100,00

Cette substance a été découverte par M. Gmelin dans la bile. Elle existe également dans la chair musculaire des mollusques (Valenciennes et Fremy). M. Strecker l'a reproduite artificiellement en soumettant l'iséthionate d'ammoniaque à l'action de la chaleur.

M. Cloetta l'a extraite du tissu pulmonaire.

Propriétés.

La taurine cristallise en prismes hexaèdres réguliers terminés par des pyramides à quatre ou six faces. Ces cristaux sont incolores ; ils craquent sous la dent ; leur saveur est piquante. Ils n'exercent aucune action sur la teinture de tournesol. Lorsqu'on les soumet en vase clos à l'action d'une température graduellement croissante, ils fondent au-dessus de 100° (au-dessus de 240°, M. Strecker), puis ils se charbonnent en dégageant une huile brune empyreumatique et un liquide acide qui paraît renfermer de l'acétate d'ammoniaque.

L'eau chaude dissout mieux la taurine que l'eau froide : 1 partie de taurine exige 15,5 parties d'eau à 12° pour se dissoudre. L'acide azotique et l'acide sulfurique concentrés la dissolvent sans l'altérer.

La taurine est presque insoluble dans l'alcool absolu et inattaquable par le chlore. Les alcalis, les sels de mercure et d'argent ne la précipitent pas de sa dissolution aqueuse.

Lorsqu'on chauffe une dissolution de potasse dans laquelle on a ajouté

Digitized by Google

de la taurine, cette substance laisse dégager de l'ammoniaque, et le reste de ses éléments se combine avec de la potasse.

Préparation.

Pour obtenir la taurine, on peut :

1° Verser de l'acide chlorhydrique dans la bile, filtrer pour séparer le mucus, additionner la liqueur claire de nouvel acide chlorhydrique, faire bouillir ce mélange et l'abandonner quelque temps à lui-même. Il se dépose du sel marin, tandis que la taurine reste en dissolution. En ajoutant alors 5 ou 6 fois son volume d'alcool bouillant à la liqueur, et la laissant refroidir, la taurine se dépose à l'état cristallin. On purifie cette substance en la faisant cristalliser de nouveau.

2° Laisser la bile se décomposer spontanément dans un endroit chaud, jusqu'à ce qu'elle présente une réaction acide, y ajouter alors de l'acide acétique, filtrer, évaporer à siccité et épuiser le résidu par de l'alcool à 90°, qui laisse la taurine à l'état insoluble.

3° Épuiser par l'alcool ordinaire les muscles de la sèche ou de l'huître, évaporer l'extrait alcoolique au bain-marie jusqu'à consistance sirupeuse, et l'abandonner à lui-même. Il se dépose, au bout de quelques heures, des aiguilles de taurine, que l'on soumet à une nouvelle cristallisation dans l'alcool, après les avoir essorées sur du papier à filtrer qui les débarrasse de l'eau mère colorée dont elles sont imprégnées (Valenciennes et Fremy).

4° Faire digérer avec de l'eau froide pendant douze heures environ des poumons de bœuf hachés, filtrer l'extrait aqueux, l'additionner de quelques gouttes d'acide acétique, et le chauffer ensuite jusqu'à ce qu'il se coagule : on le filtre de nouveau, et après l'avoir réduit par évaporation au dixième de son volume, on y verse de l'acétate neutre de plomb, puis de l'acétate tribasique après avoir filtré. Le précipité contient alors de l'inosite et de l'acide urique, tandis que la liqueur retient en dissolution de la taurine, de la leucine et un excès de sel de plomb dont on se débarrasse par l'hydrogène sulfuré. On évapore ensuite à consistance sirupeuse ; le résidu est mélangé à froid avec de l'alcool et de l'acide sulfurique étendu, puis filtré ; l'excès d'acide sulfurique étant précipité par l'eau de baryte, on évapore la liqueur filtrée, jusqu'à ce qu'elle précipite abondamment par une petite quantité d'alcool, ce dont on s'assure en en essayant une petite portion. La liqueur est alors mélangée avec son volume d'alcool et chauffée légèrement pour redissoudre le précipité. La taurine se dépose au bout de quelques jours en aiguilles brillantes qu'on purifie par cristallisation (M. Cloetta).

On est parvenu, dans ces derniers temps, à reproduire artificiellement la taurine en faisant agir la chaleur sur l'iséthionate d'ammoniaque. Il

Digitized by Google

suffit de maintenir ce sel à la température de 230°, de reprendre le produit de sa décomposition par l'eau, et d'ajouter de l'alcool dans la dissolution aqueuse. La taurine se dépose à l'état cristallin (M. Strecker).

CHOLESTÉRINE. $C^{26}H^{22}O$.

C^{26}	1950,00		83,87
H^{22}	275,00		11,82
O	100,00		4,31
	2325,00		100,00

La formule de la cholestérine n'est pas encore définitivement fixée, parce que cette substance n'est ni acide ni basique, et qu'elle se prête mal à des réactions nettes.

M. Chevreul, qui a fait la première analyse de la cholestérine, lui a trouvé par sa composition élémentaire des nombres correspondant avec la formule $C^{26}H^{22}O$. Cette formule s'accorde aussi avec une analyse faite par M. Payen ; mais, d'après MM. Schwendler et Meissner, la cholestérine aurait pour équivalent un nombre beaucoup plus élevé et qui peut être représenté par la formule suivante : $C^{84}H^{72}O^{3}$.

Nous adopterons la formule $C^{26}H^{22}O$, qui est la plus simple et qui se rapproche le plus de la composition centésimale de la cholestérine.

Propriétés.

La cholestérine est blanche, insipide, inodore, insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool froid, mais très soluble dans l'alcool bouillant, qui la laisse déposer, en se refroidissant, sous forme de belles lames cristallines, douces au toucher, fusibles à 137° (M. Chevreul).

La cholestérine est soluble dans l'éther, dans l'esprit de bois, dans l'essence de térébenthine et dans l'eau de savon. Les corps gras neutres peuvent aussi la dissoudre. Elle résiste à l'action des alcalis concentrés et bouillants, mais la chaux la détruit vers 250°, en dégage de l'hydrogène, et la transforme en une matière grasse amorphe, presque insoluble dans l'alcool.

Une dissolution de cholestérine dans un mélange de 2 volumes d'alcool et de 1 volume d'éther, laisse déposer par une évaporation spontanée des cristaux feuilletés, transparents, d'hydrate de cholestérine $(C^{26}H^{22}O)^{3},2HO$. Ces cristaux perdent toute leur eau vers 100°.

La cholestérine est attaquée par le chlore et par le brôme, qui lui enlèvent de l'hydrogène à l'état d'acide chlorhydrique ou bromhydrique, et produisent des composés chlorés ou bromés dans lesquels l'hydrogène éliminé se trouve remplacé par une quantité équivalente de chlore ou de brôme. La combinaison la plus chlorée a pour formule $C^{26}H^{18}Cl^{4}O$.

Digitized by Google

La cholestérine se sublime sans altération à 300°. Si on la chauffe davantage, elle se décompose en donnant divers produits huileux et un corps solide, d'un aspect velouté. Quand on la distille dans une cornue, elle donne un résidu de charbon et un liquide oléagineux, neutre, insoluble dans la potasse, et dont une seconde distillation avec de l'eau sépare une huile volatile d'une odeur agréable de géranium.

Lorsqu'on ajoute peu à peu de l'acide sulfurique concentré dans un mélange de cholestérine et d'acide sulfurique étendu de son volume d'eau et légèrement chauffé, la cholestérine devient molle et d'un rouge foncé ; elle se décompose en perdant tout son oxygène à l'état d'eau, et se change, sans dégagement de gaz, en trois carbures d'hydrogène qu'on peut séparer de l'acide sulfurique en les lavant avec de l'eau dans laquelle ils sont insolubles.

Ces carbures sont facilement cristallisables et se font remarquer comme la cholestérine dont ils dérivent, par un point de fusion très élevé. L'un fond à 127°, l'autre à 255° et le troisième à 240°. Ce dernier carbure produit facilement de l'acide cholestérique par l'action de l'acide azotique.

État naturel. — Préparation.

La cholestérine se rencontre en abondance dans le cerveau, les nerfs, la bile et le foie ; elle existe aussi dans le sang et dans le jaune d'œuf. Les calculs de la vésicule du foie, qui portent le nom de *calculs biliaires*, sont formés de cholestérine à peu près pure. Ces calculs, traités par l'alcool bouillant et un peu de charbon animal, donnent de la cholestérine pure.

On retire la cholestérine du cerveau en traitant la matière cérébrale par l'éther, additionnant l'extrait éthéré d'une dissolution alcoolique de potasse, faisant bouillir le mélange et l'abandonnant au refroidissement. Il se dépose de la cholestérine, du cérébrate et du phosphate de potasse. Le dépôt, traité par l'éther, cède la cholestérine à ce dissolvant (Couerbe, Fremy).

ACTION DE L'ACIDE AZOTIQUE SUR LA CHOLESTÉRINE.

ACIDE CHOLESTÉRIQUE. $C^8H^4O^4,HO$.

C^8	600,00		51,61
H^4	50,00		4,30
O^4	400,00		34,40
HO	112,50		9,69
	1162,50		100,00

L'acide azotique bouillant convertit la cholestérine en un mélange

Digitized by Google

formé d'acide choloïdanique, d'une matière résineuse et d'un acide nouveau, qui a reçu le nom d'*acide cholestérique*.

Propriétés.

L'acide cholestérique est solide, incristallisable, très soluble dans l'eau et dans l'alcool, déliquescent, d'une saveur acide, amère et astringente. Il est détruit par la distillation.

Les cholestérates alcalins et terreux sont solubles et incristallisables. Les cholestérates métalliques proprement dits sont presque tous insolubles, et ont pour formule générale $MO,C^8H^4O^4$.

Préparation.

On obtient l'acide cholestérique, en faisant réagir à plusieurs reprises, dans un appareil distillatoire, l'acide azotique faible sur la cholestérine. Il se produit une masse résinoïde d'un brun jaunâtre, qui se dissout lentement par l'ébullition avec un excès d'acide azotique. La liqueur, suffisamment concentrée dans la cornue, laisse un résidu gommeux et acide qui contient une très grande quantité d'acide cholestérique mêlé à de l'acide choloïdanique et à une matière résineuse. Ce résidu refroidi présente deux couches, dont l'une, supérieure, légère, est formée par un corps cristallin, l'*acide choloïdanique ;* l'autre, liquide, épaisse, d'un jaune brun, d'une saveur amère, consiste principalement en acide cholestérique. On filtre le mélange sur du verre pilé, qui retient l'acide choloïdanique et laisse passer le liquide visqueux. Ce liquide, mis en contact avec de l'eau, se sépare d'une résine insoluble, et donne, après plusieurs évaporations et traitements successifs par l'eau, une eau mère qui ne contient plus que de l'acide cholestérique et de l'acide oxalique. On unit ces deux à acides l'oxyde d'argent, et l'on traite ces deux sels, préalablement lavés à froid, par l'eau bouillante, qui laisse l'oxalate d'argent et dissout le cholestérate de la même base : ce sel se dépose par le refroidissement en une masse cristalline, dont on retire l'acide cholestérique à l'aide de l'hydrogène sulfuré.

HÉMATOCRISTALLINE.

Propriétés.

Cette substance, découverte dans le sang par M. Funke, est rougeâtre, cristalline, facilement altérable au contact de l'air, soluble dans l'eau,

Digitized by Google

dans l'ammoniaque, dans l'acide acétique, dans l'acide sulfurique et l'acide chlorhydrique étendus d'eau. Sa dissolution aqueuse se coagule à 63°,5 ; elle se trouble lorsqu'on y verse de l'alcool, de l'azotate d'argent ou du sous-acétate de plomb ; elle précipite par le sulfate de cuivre, l'azotate de protoxyde de mercure et le bichlorure de mercure.

La dissolution acide d'azotate de mercure la colore en rouge.

L'hématocristalline se décompose entre 160° et 170° en répandant une odeur de corne brûlée, et en laissant 1,2 pour 100 de cendres qui contiennent de 91 à 95 pour 100 d'oxyde de fer (M. Lehmann). Elle est attaquée par le chlore.

Préparation.

Pour obtenir l'hématocristalline, il faut exprimer le caillot d'un sang nouvellement coagulé, laver le résidu de la compression sur un linge avec de l'eau pure, faire passer, pendant trente minutes, de l'oxygène dans la liqueur rouge filtrée, et y diriger ensuite un courant d'acide carbonique. L'hématocristalline ne tarde pas à se déposer.

Cette méthode fournit avec le sang de rat, de souris et de cochon d'Inde de beaux tétraèdres réguliers d'hématocristalline. Mais avec le sang du cheval, du chien, du hérisson, du hamster et du poisson, qui donnent une hématocristalline plus soluble et d'une forme cristalline différente, il est indispensable, avant de faire passer l'oxygène dans l'extrait aqueux du caillot, d'y ajouter une certaine quantité d'alcool.

On n'a pu réussir à débarrasser complétement l'hématocristalline d'une petite quantité de globules du sang, qui lui donne une teinte rougeâtre. Si l'on essaie de faire cristalliser de nouveau cette substance albumineuse, elle se décompose.

HÉMATOÏDINE. $C^{14}H^{8}AzO^{2},HO$.

C^{14}	1050,00	64,12
H^{8}	100,00	6,10
Az	175,00	10,68
O^{2}	200,00	12,21
HO	112,50	6,89
	1637,50	100,00

Le sang épanché dans l'épaisseur des tissus d'un animal vivant dépose, au bout de quelques jours, une substance cristalline, décrite pour la première fois par Everard Home en 1830, et désignée par Virchow sous le nom d'*hématoïdine*.

Digitized by Google

L'hématoïdine a été étudiée avec le plus grand soin, dans ces derniers temps, par M. Ch. Robin.

L'hématoïdine forme des prismes obliques à base rhomboïdale, durs, cassants et d'un rouge magnifique. Ces cristaux sont insolubles dans l'eau, l'alcool, l'éther, les essences et l'acide acétique. Ils se dissolvent facilement, et avec une belle teinte rouge, dans l'acide azotique ordinaire ; si cet acide est concentré, la dissolution s'opère avec dégagement de gaz. L'acide chlorhydrique dissout aussi l'hématoïdine ; la solution est d'un jaune d'or ou d'un jaune rougeâtre. L'hématoïdine n'est pas soluble dans l'acide sulfurique : elle devient d'un rouge foncé au contact de cet acide.

Lorsqu'on chauffe l'hématoïdine à l'air, elle répand une odeur de corne grillée, dégage des produits goudronneux, brûle avec une flamme claire, et laisse un résidu volumineux de charbon qui finit par disparaître complétement. Soumise à la distillation, elle donne des produits visqueux et fétides, et laisse un charbon boursouflé.

La potasse et la soude gonflent les cristaux d'hématoïdine, les fendillent et ne les dissolvent qu'en petite quantité ; l'ammoniaque, au contraire, les dissout rapidement en se colorant successivement en rouge amarante, en jaune safrané et en brun.

L'hématoïdine examinée par M. Robin avait été trouvée dans un kyste hydatique du foie, qui en renfermait 3 grammes, quantité correspondant au moins à 1800 grammes de sang épanché.

Digitized by Google

MATIÈRES ALBUMINEUSES

PROTÉINE. $C^{40}H^{31}Az^{5}O^{12}$.

C^{40}	3000,00		54,92
H^{31}	387,50		7,09
Az^{5}	875,00		16,01
O^{12}	1200,00		21,98
	5462,50		100,00

Toutes les substances albumineuses, c'est-à-dire l'albumine végétale ou animale, la fibrine, la caséine, etc., semblent résulter de la combinaison du soufre, du phosphore et de quelques sels, avec une substance azotée nommée *protéine* (M. Mülder).

Propriétés.

La protéine est blanche, inodore, insipide; elle attire rapidement l'humidité de l'air; elle se décompose par la chaleur en donnant naissance à tous les produits qui caractérisent la distillation des corps azotés.

Elle est insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther; elle forme avec les alcalis et les acides de véritables combinaisons. Lorsqu'on la fait bouillir avec la potasse, elle se décompose en dégageant de l'ammoniaque.

Le cyanoferrure et le cyanoferride de potassium précipitent la protéine de sa dissolution dans les alcalis; une ébullition prolongée finit par redissoudre complétement le précipité.

La protéine, traitée par l'acide chlorhydrique concentré, se dissout en produisant, sous l'influence de l'air, une belle coloration d'un bleu indigo. La protéine, traitée par l'acide azotique, se colore en jaune et forme un acide désigné sous le nom d'*acide xanthoprotéique*.

L'acide xanthoprotéique a pour formule $C^{34}H^{24}Az^{4}O^{12},HO$. Il est insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther; il se combine non-seulement avec les bases, mais encore avec les acides. Ses combinaisons sont colorées en jaune.

L'acide sulfurique concentré se combine avec la protéine et donne naissance à l'*acide sulfoprotéique*. Lorsqu'on fait bouillir de la protéine avec de l'acide sulfurique étendu, il se forme une substance blanche et cristalline que l'on a désignée sous le nom de *leucine* ou *aposépédine*.

Le chlore réagit sur toutes les dissolutions de protéine et produit un précipité blanc, insoluble dans l'eau, dans lequel M. Mülder admet l'existence de l'acide chloreux.

Digitized by Google

Le tannin se combine avec la protéine, avec laquelle il forme un composé insoluble. Plusieurs sels s'unissent également à la protéine.

Préparation.

Pour obtenir la protéine pure, on traite l'albumine ou la caséine successivement par l'eau, l'alcool et l'éther ; on la soumet ensuite à l'action de l'acide chlorhydrique étendu, afin de la débarrasser des sels terreux qu'elle peut contenir ; on la dissout à une température de 50° dans de la potasse étendue et on la précipite par de l'acide acétique.

Le précipité doit être lavé jusqu'à ce que l'eau de lavage ne contienne plus d'acétate de potasse. (M. Mulder.)

FIBRINE.

La fibrine est la substance qui se trouve en suspension dans le sang et qui lui donne la propriété de se coaguler. C'est elle qui constitue en grande partie la substance solide des muscles. Elle est alors traversée par des prolongements de vaisseaux, par des artères, des nerfs, des aponévroses dont il est impossible de la débarrasser.

L'étude de la fibrine est due à Berzelius, à MM. Mülder, Dumas, Cahours, Liebig et Bouchardat.

Propriétés.

La fibrine, récemment obtenue, présente l'aspect de longs filaments élastiques et transparents qui sont complétement insolubles dans l'eau froide, l'alcool, l'éther et perdent dans le vide 80 pour 100 d'humidité. Ainsi desséchée, la fibrine peut absorber jusqu'à trois fois son poids d'eau sans reprendre son aspect primitif.

Lorsqu'on maintient pendant quelque temps la fibrine à une douce chaleur, elle devient cornée, grise et opaque : si on la chauffe à 200°, elle se décompose en donnant naissance à des produits ammoniacaux et en laissant un charbon brillant et volumineux ; quand on la brûle, elle abandonne 2 ou 3 pour 100 de cendres, qui sont formées principalement de phosphates de chaux et de magnésie.

Un contact prolongé avec l'eau bouillante altère la fibrine qui se dédouble alors en une substance soluble dans l'eau (*tri-oxyde de protéine*), et en une matière insoluble (*bi-oxyde de protéine*). (M. Mülder.)

La fibrine, chauffée à 150° avec de l'eau, se dissout en laissant un faible résidu. La dissolution précipite par les acides. (M. Wœhler.)

On a reconnu que la fibrine extraite du sang des jeunes animaux peut,

Digitized by Google

sous l'influence d'une faible chaleur, devenir complétement soluble dans l'eau et présenter alors tous les caractères de l'albumine. (Magendie et Fremy.)

L'eau oxygénée est immédiatement décomposée par la fibrine et peut servir à caractériser cette substance. Lorsqu'on abandonne pendant quelques jours de la fibrine dans de l'eau, cette substance se dissout complétement en dégageant l'odeur de l'hydrogène sulfuré. (Gay-Lussac.) Le liquide ainsi obtenu a l'odeur du vieux fromage; il contient une matière albumineuse coagulable par la chaleur, de l'ammoniaque, de l'acide acétique, de l'acide valérique, de l'acide butyrique et diverses substances peu connues. (M. Wurtz.)

La fibrine éprouve à l'air une véritable combustion : elle absorbe de l'oxygène et laisse dégager de l'acide carbonique. Cette altération est moins rapide quand la fibrine a subi longtemps l'action de l'eau bouillante.

En général, les acides agissent sur la fibrine et la convertissent en une masse blanche et gélatineuse.

L'acide azotique froid s'unit à la fibrine et la colore en jaune : si l'on fait chauffer légèrement un mélange d'acide azotique et de fibrine, il se dégage de l'azote et il se produit de l'acide xantroprotéique. Le gaz acide chlorhydrique est absorbé par la fibrine qui se transforme en un composé peu soluble dans l'eau. (M. Mülder.) L'acide chlorhydrique liquide dissout à chaud la fibrine en prenant une teinte violette; la liqueur brunit par une ébullition prolongée au contact de l'air, et la fibrine se décompose en ammoniaque, en leucine et en tyrosine, en une matière brune à peine connue, en un corps cristallisable et en une substance sucrée (M. Bopp). La dissolution de fibrine dans l'acide chlorhydrique dépose une matière blanche (*chlorhydrate de fibrine*) lorsqu'on l'étend d'eau. Le chlorhydrate de fibrine est insoluble dans l'eau acidulée et très soluble dans l'eau pure. Il est précipité de sa dissolution aqueuse par les acides et par le cyanoferrure de potassium.

L'acide chlorhydrique, très affaibli et ne contenant que 0gr.,694 d'acide pour 1 litre d'eau, convertit à froid, après quelques heures de contact, la fibrine en une gelée transparente qui se dissout en presque totalité dans l'eau pure. La partie dissoute (*albuminose*) est coagulée par la chaleur, précipitée par le cyanoferrure de potassium, le tannin, l'acide chlorhydrique, le chlorure de mercure, et présente les principaux caractères de l'albumine du blanc d'œuf. La partie insoluble (*épidermose*) paraît être identique avec la substance qui constitue en grande partie l'épiderme et les matières cornées (M. Bouchardat). L'acide chlorhydrique étendu dissout encore plus facilement la fibrine lorsqu'on le mélange avec quelques gouttes de suc gastrique. Cette propriété peut expliquer la rapidité avec laquelle la fibrine se dissout dans l'estomac (MM. Bouchardat et Sandras).

Digitized by Google

Il résulte des expériences de M. Liebig que la fibrine du sang est complétement insoluble dans l'acide chlorhydrique étendu, et que la propriété de se dissoudre dans cet acide chlorhydrique appartient seulement à la fibrine musculaire qui laisse cependant un résidu insoluble plus ou moins considérable.

L'acide sulfurique se comporte d'une manière différente, suivant qu'on le met en contact avec la fibrine des muscles ou la fibrine du sang. La fibrine musculaire, traitée par l'acide sulfurique, devient gélatineuse et se dissout ensuite complétement; lorsqu'on étend cette dissolution et qu'on la fait bouillir pendant quelque temps, il se produit du sulfate d'ammoniaque, de la leucine et une substance soluble dans l'alcool.

La fibrine du sang, traitée par l'acide sulfurique concentré, donne une gelée transparente et légèrement jaunâtre, insoluble dans un excès d'acide. La fibrine du sang, soumise à l'action de l'acide sulfurique étendu, semble se dédoubler en produisant une substance gélatineuse insoluble, et un composé soluble dans l'eau; la partie gélatineuse se dissout dans l'eau lorsque l'on a enlevé par des lavages l'excès d'acide.

L'acide phosphorique convertit la fibrine en une gelée blanche, qui est soluble dans l'eau pure, et n'est pas précipitée de cette dissolution par les acides.

La fibrine, mise en contact avec l'acide acétique, produit une gelée incolore et soluble dans l'eau bouillante. La dissolution aqueuse de cette gelée, soumise à l'évaporation, se recouvre d'une pellicule blanche qui est considérée comme de l'*acétate de fibrine*.

L'acétate de fibrine est précipité par les acides, le cyanoferrure de potassium et les alcalis; un excès d'alcali redissout le précipité.

Le tannin précipite les dissolutions saturées de fibrine.

La fibrine est soluble à une douce chaleur dans une dissolution de potasse même étendue, et neutralise en grande partie la réaction alcaline de cette base. Il se produit ainsi une combinaison qui présente la même composition que l'albuminate de potasse.

Quand on place dans un flacon une dissolution très étendue de potasse avec de la fibrine, cette substance se dissout lentement, et peut, si l'on sature en partie l'alcali par l'acide acétique, former des précipités diversement colorés dans les sels métalliques (M. Mülder).

La fibrine, dissoute à l'ébullition dans la potasse, paraît avoir éprouvé une certaine altération, car la dissolution, traitée par les acides, dégage toujours de l'hydrogène sulfuré.

Si l'on porte à 180° un mélange de fibrine et de chaux potassée, il se dégage de l'ammoniaque, divers produits volatils, et il se produit un acide gras qui reste combiné avec la potasse (M. Wurtz).

La potasse caustique, en agissant à une haute température sur la

Digitized by Google

fibrine, donne naissance à de la leucine, de la tyrosine, du butyrate, du valérate et de l'oxalate de potasse (M. Bopp).

Quelques sels, tels que l'azotate de potasse, le chlorure de baryum, le sulfate de potasse, etc., peuvent opérer la dissolution de la fibrine. Cette dissolution avait été considérée par quelques chimistes comme présentant les propriétés de l'albumine, mais il est facile de reconnaître qu'une dissolution de fibrine dans le nitre ne possède pas les caractères de l'albumine ; elle peut bien se coaguler par la chaleur comme l'albumine, mais elle est précipitable par l'acide acétique, ce qui la distingue complétement de l'albumine (Magendie et Fremy). La fibrine absorbe un certain nombre de sels, et produit des composés qui sont insolubles et imputrescibles (M. Denis).

Analyses de la fibrine.

Les résultats obtenus dans les analyses de la fibrine présentent des différences assez notables pour qu'il ne soit pas possible d'assigner une formule certaine à cette substance.

On a trouvé en effet que la fibrine renferme :

ORIGINE.	Chair de poule.	Chair de poisson.	Sang veineux humain.	Sang artériel et veineux du bœuf.	Sang artériel et veineux du mouton.
Carbone.	54,5	54,7	53,7	52,7	52,8
Hydrogène. . . .	7,3	7,2	7,1	7,0	7,0
Azote	15,8	15,4	15,8	16,6	16,5
Soufre.	1,2	1,5	»	»	»
Oxygène.	»	»	»	»	»
Observateurs :	M. Strecker.		M. Schérer.	MM. Dumas et Cahours.	

MM. Mülder et Liebig admettent que la fibrine présente exactement la même composition que la caséine et l'albumine.

Le peu de rapport qui existe entre ces diverses analyses peut être attribué à ce que la fibrine n'est pas un corps unique. Si l'on examine cette substance au microscope, il est facile d'apercevoir des fibres blanchâtres au milieu desquelles se trouvent emprisonnés des granules fort nombreux : ces deux corps diffèrent par leur inégale solubilité dans l'acide acétique. Du reste, l'action de l'acide chlorhydrique faible sur la fibrine paraît confirmer cette observation (MM. Lebonte et de Goumoens).

Extraction.

Lorsque le sang est extrait des vaisseaux qui le contiennent, il se sépare

Digitized by Google

en deux parties : l'une forme une espèce de gelée que l'on nomme *caillot*, tandis que l'autre est liquide et constitue le *sérum*. La fibrine reste entièrement dans le caillot ; c'est elle qui retient comme dans un réseau les globules du sang qui sont colorés en rouge. Pour séparer la fibrine du caillot, on le coupe en tranches minces que l'on écrase, et qui sont placées ensuite sur une toile ; on les soumet à l'action d'un filet d'eau froide : les globules sont entraînés, tandis que la fibrine reste sur la toile, sous la forme de filaments blancs et élastiques.

La fibrine peut encore être obtenue en battant du sang avec un balai, à l'extrémité duquel viennent s'attacher de longs filaments de fibrine impure. On lave d'abord cette fibrine à grande eau pour la débarrasser des principes solubles du sang qu'elle peut retenir, on la soumet à la dessiccation, puis on la lave avec de l'alcool et de l'éther, qui enlèvent les matières grasses. On la traite ensuite par les acides faibles, et enfin par l'eau distillée.

Si l'on reçoit le sang au sortir de la veine dans un vase contenant du sulfate de soude cristallisé, et qu'après avoir agité le mélange, on le verse sur un filtre imbibé d'une dissolution de sulfate de soude, les globules colorés du sang restent sur le filtre, tandis que la liqueur passe à peu près incolore. En la mélangeant avec son propre poids d'eau, la filtrant de nouveau, et répétant ces dilutions et ces filtrations un certain nombre de fois, on finit par précipiter la fibrine à l'état de pureté.

Pour retirer la fibrine de la chair, on épuise la chair hachée par l'eau froide et l'on délaie le résidu dans l'acide chlorhydrique additionné de 10 fois son volume d'eau. La liqueur se charge de fibrine et dépose cette substance quand, après l'avoir filtrée, on la neutralise par l'ammoniaque (M. Liebig).

En traitant par l'acide acétique de la chair de poisson hachée et préalablement épuisée par l'eau, on obtient la fibrine à l'état de gelée transparente et assez pure (M. Baumhauer).

ALBUMINE.

Cette substance, que l'on peut considérer comme de la protéine unie à quelques traces de soufre et de phosphore (M. Mülder), est abondamment répandue dans l'organisation animale et végétale.

Un grand nombre de chimistes, parmi lesquels nous citerons Schéele, Berzelius, MM. Chevreul, Thenard, Dumas, Mülder, Cahours, Wurtz, Lehmann, etc., ont étudié l'albumine. Nous donnons ici le résumé de leurs travaux.

Digitized by Google

Propriétés.

L'albumine desséchée est transparente, amorphe, incolore, insipide, soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool, qui la précipite de sa dissolution aqueuse à l'état de flocons blancs insolubles. Elle rougit la teinture bleue de tournesol (M. Wurtz), et laisse, quand on la brûle, un faible résidu de cendres.

Lorsque l'albumine a été bien lavée, elle absorbe peu à peu l'oxygène et dégage de l'acide carbonique. Ce phénomène de combustion lente, déjà observé pour la fibrine, établit une analogie nouvelle entre cette substance et l'albumine.

La dissolution aqueuse d'albumine dévie à gauche le plan de polarisation des rayons lumineux (M. Biot). Elle devient opaline à 65°, et déposer à 75° l'albumine qu'elle renferme.

L'albumine qui se précipite dans ces conditions offre l'aspect de pellicules opaques. Elle est devenue complétement insoluble dans l'eau froide : on la désigne sous le nom d'*albumine coagulée*. La coagulation de l'albumine est due à une modification isomérique, car elle se produit sans perte d'eau (M. Chevreul). L'albumine, en se coagulant par l'action de la chaleur, rassemble dans une sorte de réseau tous les corps qui sont en suspension dans le liquide : aussi l'emploie-t-on pour clarifier les différentes liqueurs. Si l'on chauffe l'albumine à une température de 150°, dans un tube de verre fermé aux deux bouts, l'albumine, qui s'est d'abord coagulée, se redissout ensuite par l'action de la température et de la pression.

La coagulation de l'albumine sous l'influence de la chaleur est incomplète quand la dissolution est très étendue. Ainsi une liqueur qui est formée de 1 partie d'albumine et de 10 parties d'eau ne se coagule plus par la chaleur, et devient simplement opaline. La coagulation ne s'opère pas non plus en présence des carbonates alcalins.

Quand on fait bouillir, pendant soixante heures au moins, de l'eau qui tient en suspension de l'albumine coagulée, le précipité disparaît peu à peu et se transforme en une substance soluble dans l'eau, nommée *trioxyde de protéine*, et qui a pour formule $C^{40}H^{31}Az^{5}O^{15},HO$, la protéine étant représentée par la formule $C^{40}H^{31}Az^{5}O^{12}$ (M. Mülder).

Si l'on abandonne à elle-même une dissolution albumineuse, elle ne tarde pas à présenter tous les phénomènes de la putréfaction ; elle éprouve dans ce cas une décomposition complète, et se convertit en un ferment qui peut produire la fermentation alcoolique du sucre (M. Thenard).

L'albumine, précipitée de sa dissolution aqueuse par l'alcool, se trouve dans le même état que l'albumine coagulée par la chaleur ; il est possible, à l'aide d'une petite quantité d'alcali, de maintenir l'albumine en dissolution dans l'alcool (M. Schérer).

Digitized by Google

L'éther, la créosote et l'aniline coagulent aussi l'albumine.

L'albumine coagulée se putréfie lentement au contact de l'eau; on trouve parmi les produits de la décomposition : 1° une substance soluble dans l'acide chlorhydrique, et qui communique à cet acide une belle teinte violette; 2° de l'acide valérique; 3° de l'acide butyrique (M. Bopp).

Le chlore et le brôme déterminent la précipitation de l'albumine. Il se forme, sous l'influence du chlore, une combinaison d'acide chloreux et de protéine, que M. Mülder représente par la formule $C^{40}H^{31}Az^{5}O^{12},ClO^{3}$.

Presque tous les acides précipitent en blanc l'albumine, à l'exception de l'acide phosphorique tri-hydraté et de l'acide acétique. Ce dernier acide fait prendre en gelée les dissolutions concentrées d'albumine.

L'acide azotique est de tous les acides celui qui coagule le plus facilement l'albumine, ce qui permet de reconnaître sa présence dans les liquides de l'organisation animale. L'albumine coagulée se transforme en un acide jaune par l'action de l'acide azotique concentré.

L'albumine se dissout à chaud dans l'acide chlorhydrique en produisant, sous l'influence de l'air, une liqueur d'un beau bleu. Par une ébullition prolongée, le même acide décompose l'albumine en ammoniaque, en leucine, en tyrosine et en diverses autres substances indéterminées (M. Bopp).

En agissant sur l'albumine, l'eau régale produit des corps à la fois nitrés et chlorés.

L'acide tartrique ne précipite pas l'albumine; toutefois, comme l'acide phosphorique et l'acide acétique, il fait prendre en gelée les dissolutions concentrées d'albumine.

Le tannin précipite complétement l'albumine.

L'albumine forme avec les bases minérales des combinaisons (albuminates) qui sont solubles dans l'eau.

La baryte, la chaux et la strontiane précipitent l'albumine; les combinaisons ainsi obtenues sont insolubles dans l'eau. Quelques sels exercent sur l'albumine des réactions dignes d'intérêt; ainsi la présence de l'albumine dans des dissolutions de fer et de cuivre empêche les oxydes métalliques d'être précipités par la potasse.

Presque tous les sels métalliques sont précipités par l'albumine; nous citerons principalement le bichlorure de mercure qui forme, dans les dissolutions d'albumine, un précipité blanc insoluble dans l'eau. Aussi l'albumine est-elle considérée comme le meilleur antidote du sublimé corrosif (Orfila). Ce précipité est une véritable combinaison d'albumine et de bichlorure de mercure (M. Lassaigne). L'albumine peut se combiner avec d'autres sels, principalement avec le sulfate de cuivre.

L'alun, le sous-acétate de plomb, l'azotate d'argent, le ferrocyanure de potassium et le bichromate de potasse précipitent les dissolutions d'albumine.

Digitized by Google

La potasse, fondue dans son eau de cristallisation, convertit l'albumine en leucine et en tyrosine. Il se produit aussi dans cette réaction du valérate et de l'oxalate de potasse.

Analyse de l'albumine.

Nous reproduisons ici plusieurs des analyses de l'albumine :

ORIGINE.	Blanc d'œuf.	Sérum.	Sérum à 100°.	Blanc d'œuf soluble.	Blanc d'œuf coagulé.	Sérum humain.
Carbone . .	53,4	53,7	50,81	52,9	52,9	53,3
Hydrogène.	7,0	7,1	7,09	7,2	7,2	7,3
Azote . . .	15,7	15,8	»	15,6	15,8	15,7
Soufre. . .	0,4	0,7	1,38	»	»	»
Oxygène. .	»	»	»	»	»	»
Observateurs :	M. Mülder.		M. Rüling.	M. Wurtz.		MM. Dumas et Cahours.

Les différences qui existent entre les nombres donnés par l'analyse paraissent tenir à ce que l'albumine, au lieu d'être un corps unique, se trouve formée par le mélange de deux substances qui se distinguent par leur solubilité dans l'acide acétique cristallisable (MM. Lebonte et de Goumoens).

État naturel. — Préparation.

L'albumine existe en très grande quantité dans le chyle, le sérum du sang, la lymphe, le blanc d'œuf, et dans la plupart les liquides de l'organisation animale. On a constaté sa présence dans le cerveau, le pancréas, la chair musculaire et les excréments.

Les liquides de l'économie qui contiennent de l'albumine, tels que le blanc d'œuf, le sérum, verdissent le sirop de violette, et laissent par l'incinération un résidu très riche en carbonate de soude, ce qui fait présumer que l'albumine s'y trouve à l'état de combinaison avec cette base.

La soude, le chlorure de sodium et les autres sels solubles qui se rencontrent dans le blanc d'œuf et dans le sérum, paraissent s'opposer à l'altération de l'albumine. En effet :

1° Si l'on ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique ou d'acide acétique dans du blanc d'œuf étendu d'eau, la liqueur devient opaque au bout d'un jour, et se remplit de corpuscules arrondis qui engendrent un mycoderme particulier, nommé *Penicillum glaucum* (MM. Dutrochet, Andral et Gavarret).

Digitized by Google

2° Quand on a enlevé, par un lavage à l'eau distillée, les matières minérales solubles que contiennent le sérum et le blanc d'œuf, ces liquides qui, dans leur état normal, absorbent difficilement l'oxygène, s'oxydent alors avec rapidité en dégageant, comme la fibrine, de l'acide carbonique (M. Schérer).

On retire ordinairement l'albumine du blanc d'œuf. Voici comment cette opération s'exécute :

Le blanc d'œuf, se composant de cellules translucides, qui renferment de l'albumine chargée de soude, de phosphate de soude et de chlorure de sodium, doit être délayé vivement dans 2 fois son volume d'eau, afin de déchirer les cellules. On jette ensuite la masse sur un linge qui laisse seulement passer la dissolution aqueuse d'albumine et des matières minérales précitées, puis on additionne la liqueur filtrée d'acétate de plomb dissous. Il se produit aussitôt un précipité blanc (combinaison d'albumine et d'oxyde de plomb, *albuminate de plomb*), qu'on met en suspension dans de l'eau pure, après l'avoir parfaitement lavé dans l'eau froide. En faisant alors arriver dans cette eau un courant de gaz acide carbonique, on décompose l'albuminate de plomb, le métal se précipite à l'état de carbonate, et l'albumine, devenue libre, se dissout dans l'eau.

Cette eau albumineuse contient encore du plomb. Il faut, pour l'en débarrasser complétement, la filtrer sur du papier lavé à l'acide, y ajouter ensuite quelques gouttes d'une solution d'acide sulfhydrique, et la chauffer doucement jusqu'à ce qu'elle commence à se coaguler. Les premiers flocons d'albumine qui se déposent, entraînent le sulfure de plomb. La liqueur, clarifiée par une dernière filtration, est enfin évaporée à la température de 40°. Le résidu de l'évaporation est de l'albumine pure (M. Wurtz).

On obtient encore l'albumine à l'état de pureté, en additionnant le blanc d'œuf de son volume d'eau, filtrant le liquide, chassant, à l'aide d'une chaleur de 40°, l'eau qu'on a ajoutée, et agitant le résidu de l'évaporation avec une dissolution de potasse. Le mélange ne tarde pas à se solidifier ; on le divise alors en petits fragments, et, après l'avoir lavé avec de l'eau froide, à l'abri du contact de l'air, jusqu'à ce que les eaux de lavage ne soient plus alcalines, on le reprend par l'eau ou l'alcool bouillants. La dissolution dépose de l'albumine pure, lorsqu'on y verse de l'acide acétique ou de l'acide phosphorique. (M. Lieberkuhn.)

On trouve dans un grand nombre de plantes une substance, l'albumine végétale, qu'on avait depuis longtemps comparée à l'albumine animale, qui présente, en effet, les mêmes propriétés et qui se coagule à la même température; l'identité de l'albumine végétale et animale a été démontrée

Digitized by Google

analytiquement par M. Mülder. Ce fait est d'une grande importance pour la physiologie ; il prouve, en effet, que les végétaux contiennent tout formés quelques-uns des principes que l'on retrouve dans l'organisation animale, et que les animaux peuvent s'assimiler l'albumine qui existe dans leurs aliments.

PARALBUMINE.

Cette substance, découverte par M. Schérer dans une liqueur hydropique de l'ovaire, diffère de l'albumine en ce qu'elle n'est pas coagulée entièrement par la chaleur, et qu'après avoir été précipitée de sa dissolution aqueuse par l'alcool, elle se redissout dans l'eau.

GLOBULINE.

La globuline est une matière albumineuse, qui existe dans le sang à l'état de combinaison avec les globules colorés. Le cristallin de l'œil en renferme aussi une certaine quantité.

La globuline est soluble dans l'eau, alcaline aux réactifs colorés, et présente avec les acides et les sels métalliques les mêmes caractères que l'albumine. On la distingue facilement de cette dernière substance, parce que sa dissolution ne se coagule qu'à 93°, et que le précipité qu'elle donne avec l'alcool est soluble en partie dans ce réactif. (Berzelius.)

CASÉINE.

La caséine est une substance albumineuse qui existe dans le lait des mammifères. On rencontre aussi la caséine dans le sang des femmes enceintes peu de temps après leur délivrance, et dans celui des enfants à la mamelle (MM. Natalis Guillot et F. Leblanc).

L'étude de la caséine est due en grande partie à Berzelius et à MM. Braconnot, Rochleder, Dumas, Cahours, Mülder et Schérer.

Propriétés.

La caséine est amorphe, de couleur blanche, insoluble dans l'alcool, très peu soluble dans l'eau, très soluble dans les alcalis, les carbonates alcalins, le chlorure de sodium, le chlorhydrate d'ammoniaque, l'azotate de potasse et le phosphate de soude. Elle rougit faiblement la teinture bleue de tournesol.

Tous les acides, excepté l'acide phosphorique, forment dans les dissolutions de caséine un précipité blanc soluble dans un excès d'acide.

Les dissolutions de caséine dans les acides ou les alcalis, soumises à

Digitized by Google

l'évaporation, se recouvrent d'une pellicule blanche semblable à celle qui se forme lorsqu'on chauffe le lait.

L'acide chlorhydrique très étendu, ne contenant que 5 dix-millièmes d'acide par litre d'eau, dissout la caséine en formant une liqueur qui dévie à gauche la lumière polarisée, et présente tous les caractères d'une dissolution d'albumine (M. Bouchardat).

La dissolution de caséine dans l'acide chlorhydrique concentré, est d'une belle couleur violette ; lorsqu'on la fait bouillir, la caséine s'altère et donne de l'ammoniaque, de la leucine, de la tyrosine et quelques substances peu connues (M. Bopp).

Le cyanoferrure de potassium, le bichromate et l'iodate de potasse, précipitent la caséine de sa dissolution dans l'acide acétique.

Le chlore, en agissant sur la caséine, donne un produit analogue à l'hypochlorite de protéine (M. Mülder).

Les sels métalliques précipitent la caséine de ses dissolutions. La chaux et la baryte produisent avec la caséine des composés qui durcissent au contact de l'air et sont employés en peinture.

La caséine, qui est très soluble à froid dans une dissolution de potasse, est altérée à l'ébullition par cette base, et perd de l'acide sulfhydrique.

Les dissolutions de caséine dans les alcalis sont précipitées par le tannin.

La *présure*, matière organique provenant de la décomposition d'une membrane (*caillette*) de l'estomac des jeunes veaux, précipite la caséine de sa dissolution dans le lait. Une tranche de caillette, qui commence à s'altérer, étant plongée dans 2000 fois son volume de lait, opère la coagulation de ce liquide dans l'espace de deux heures. Pour expliquer ce phénomène, on avait admis : 1° que la caséine était maintenue en dissolution dans le lait, par une petite quantité d'alcali ; 2° que la présure, agissant comme ferment, convertissait le sucre de lait en acide lactique, et que cet acide, saturant alors l'alcali contenu dans le lait, déterminait la précipitation de la caséine (M. Liebig).

Des expériences récentes nous ont appris que le lait peut être coagulé par la présure en présence du carbonate de soude : l'action de la présure reste donc sans explication (MM. Selmi et Heintz).

La composition de la caséine paraît être la même que celle de l'albumine.

Préparation.

Pour obtenir la caséine à l'état de pureté, on peut traiter le lait à une douce chaleur par une certaine quantité d'acide sulfurique, laver à grande eau le précipité qui se forme, et le soumettre ensuite à froid à l'action du carbonate de soude, qui dissout la caséine. La dissolution est abandonnée à une température de 20°, afin que le beurre se sépare complé-

Digitized by Google

tement. On y ajoute ensuite de l'acide sulfurique, et on lave le précipité de caséine qui se produit, jusqu'à ce que les eaux de lavage ne soient plus acides.

La caséine ainsi préparée retient encore des traces d'acide sulfurique, qu'on lui enlève à l'aide du carbonate de soude. Enfin on l'épuise par l'alcool et l'éther qui dissolvent les matières grasses qu'elle peut contenir.

(M. Rochleder.)

ACTION DE LA POTASSE SUR LA CASÉINE.

TYROSINE. $C^{18}H^{11}AzO^{6}$.

C^{18}	1350,00		59,66
H^{11}	137,50		6,07
Az	175,00		7,73
O^{6}	600,00		26,54
	2262,50		100,00

Lorsqu'on fait réagir la potasse caustique en fusion sur la caséine, cette substance se convertit en un corps nouveau, qui a été nommé *tyrosine*.

Propriétés.

La tyrosine est cristalline, neutre, peu soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool et dans l'éther. Elle se transforme, sous l'influence de l'acide azotique, en *tyrosine nitrée* $C^{18}H^{10}(AzO^{4})AzO^{6}$, qui reste unie à l'acide azotique.

L'azotate de tyrosine nitrée cristallise en paillettes brunes, qui sont peu solubles dans l'eau, plus solubles dans l'alcool, dans l'éther, très solubles dans la potasse et dans l'ammoniaque.

On connaît aussi le sulfate de tyrosine nitrée.

La tyrosine se combine avec les acides, les bases et les sels métalliques.

Préparation.

Pour l'obtenir, on fond un mélange de potasse et de caséine, et après avoir repris la masse par l'eau, on ajoute de l'acide acétique dans la dissolution (M. Strecker). (M. Liebig.)

Digitized by Google

LEUCINE. $C^{12}H^{13}AzO^4$.

C^{12}	900,00		54,96
H^{13}	162,50		9,92
Az.	175,00		10,68
O^4.	400,00		24,44
	1637,50		100,00

La caséine, abandonnée à elle-même, éprouve une décomposition putride pendant laquelle il se forme une substance que Proust a décrite sous le nom d'*oxyde caséique*, et que Braconnot a plus tard désignée sous le nom d'*aposépédine*. M. Mülder a constaté l'identité de cette substance avec la leucine qui se produit par l'action de l'acide sulfurique étendu et bouillant sur la viande, ou par celle de la potasse caustique sur tous les produits protéiques (albumine, fibrine et caséine).

M. Cloetta a retiré la leucine du tissu pulmonaire.

On a obtenu aussi la leucine en décomposant la thialdine par l'oxyde d'argent récemment précipité (M. Goessmann).

Propriétés.

La leucine est soluble dans l'eau et dans l'alcool ; elle se présente en paillettes blanches, qui se subliment à 170° sans entrer en fusion. Elle est insoluble dans l'éther. Elle se dissout dans l'acide azotique sans qu'il se dégage la moindre trace de vapeurs rutilantes, et la dissolution laisse déposer, par la concentration et le refroidissement, de belles aiguilles incolores. Ce composé, identique avec l'*acide nitroleucique* de Braconnot, doit être considéré, d'après MM. Laurent et Gerhardt, comme de l'azotate de leucine $C^{12}H^{13}AzO^4,AzO^5,HO$. Cet azotate s'unit à la chaux, la magnésie, et forme avec l'azotate d'argent une combinaison cristallisable. La leucine produit encore un sel cristallisé avec l'acide chlorhydrique $C^{12}H^{13}AzO^4,HCl$. Elle se comporte donc, relativement aux acides, comme une base animale, semblable à l'urée et au sucre de gélatine (MM. Laurent et Gerhardt).

Quand on chauffe la leucine avec un mélange d'acide sulfurique et de peroxyde de manganèse, elle donne du valéronitrile, de l'acide carbonique et de l'eau.

Si l'on fait bouillir la leucine en présence de l'eau et du peroxyde de plomb, elle produit seulement de la butyraldéhyde et de l'ammoniaque.

La leucine, maintenue en fusion avec son poids de potasse caustique, jusqu'à ce que l'ammoniaque qu'elle dégage soit mêlée d'hydrogène libre, donne successivement naissance à de l'acide valérique et à de l'acide butyrique, qui restent unis à la potasse (M. Liebig).

Digitized by Google

Préparation.

On prépare la leucine en laissant putréfier, pendant plusieurs mois, du caséum ou du gluten, que l'on a soin d'entretenir constamment humides. Lorsque le dégagement des gaz a cessé, on étend la masse d'eau, on la filtre et on l'évapore à consistance de sirop. Le résidu sirupeux, traité par l'alcool bouillant, cède la leucine à ce liquide, qui la dépose à l'état cristallin par le refroidissement. On purifie la leucine à l'aide de plusieurs cristallisations successives dans l'alcool.

Pour se procurer de la leucine, on peut encore épuiser par l'eau froide la viande maigre hachée, et, après l'avoir exprimée dans un sac de toile, reprendre à une douce chaleur le résidu de la compression par son poids d'acide sulfurique. La liqueur, abandonnée au refroidissement, se recouvre d'une couche de graisse qu'on enlève avec soin. La dissolution sulfurique est alors étendue de 1 décilitre d'eau, maintenue en ébullition pendant neuf heures et neutralisée par le carbonate de chaux. En la filtrant ensuite, l'évaporant à sec, et traitant à plusieurs reprises le résidu par l'alcool bouillant, on retire de ce résidu la leucine produite pendant l'opération, et qui cristallise par le refroidissement de la solution alcoolique. La leucine ainsi obtenue contient ordinairement des substances précipitables par le tannin. Pour la purifier, on doit la dissoudre dans l'eau, ajouter dans la liqueur une petite quantité de tannin, filtrer et évaporer convenablement.

On peut aussi, pour obtenir la leucine, attaquer l'albumine, la gélatine ou la fibrine par la potasse en fusion, reprendre par l'eau quand la décomposition est complète, neutraliser ensuite la dissolution par l'acide acétique, et l'évaporer à siccité. Le résidu de l'évaporation, traité par l'alcool, cède la leucine à ce dissolvant.

La putréfaction du fromage donne naissance, indépendamment de la leucine, à une huile acide, jaune, plus lourde que l'eau, et à un corps soluble dans l'alcool, de composition et de propriétés d'ailleurs mal connues, que l'on a désigné sous le nom d'*acide caséique*. (Braconnot.)

La leucine se rencontre dans le tissu pulmonaire : quand on a traité ce tissu de manière à en retirer la taurine, il reste dans les eaux mères qui ont laissé déposer cette substance, une certaine quantité de leucine, qu'on peut isoler par le procédé suivant. On évapore ces eaux mères au bain-marie, et, après avoir repris à l'ébullition le résidu par de l'eau tenant en suspension de l'oxyde de plomb hydraté, on filtre la dissolution, puis on y fait passer un courant d'hydrogène sulfuré jusqu'à ce qu'il ne se précipite plus de sulfure de plomb. La liqueur qui surnage abandonne, par évaporation, un résidu blanc qui, traité par l'alcool absolu, cède la leucine à ce dissolvant (M. Cloetta).

Digitized by Google

ACTION DES CORPS OXYDANTS SUR LES MATIÈRES ALBUMINEUSES.

L'albumine, la fibrine et la caséine, soumises à l'action oxydante d'un mélange de bi-oxyde de manganèse ou d'acide chromique et d'acide sulfurique, donnent des composés extrêmement divers qui ont été signalés par M. Guckelberger.

Voici, indépendamment de plusieurs substances que leur faible proportion n'a pas permis d'examiner, la liste des composés résultant de l'oxydation des matières albumineuses :

Les acides formique, acétique, métacétique, butyrique, valérianique, caproïque et benzoïque;

Les aldéhydes acétique, métacétique et butyrique;

L'essence d'amande amère et l'acide cyanhydrique;

Le valéronitrile $C^{10}H^{9}Az$ et une huile pesante d'une odeur de cannelle.

(M. Gluckelberger.)

ACTION DES ALCALIS SUR LES MATIÈRES ALBUMINEUSES.

Lorsqu'on fait bouillir la caséine ou l'albumine avec une dissolution concentrée de potasse jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'ammoniaque, la dissolution contient alors du carbonate et du formiate de potasse, de la leucine et deux autres corps que l'on a désignés sous les noms de *protide* et d'*érythroprotide*.

En saturant la liqueur alcaline par de l'acide sulfurique et évaporant, la plus grande partie du sulfate de potasse se dépose pendant l'évaporation ; le résidu est repris par de l'alcool bouillant qui laisse déposer l'érythroprotide en se refroidissant. La dissolution alcoolique, abandonnée à une évaporation spontanée, donne une cristallisation abondante de leucine, tandis que les eaux mères retiennent la protide.

L'érythroprotide est brune et molle, très soluble dans l'eau et même déliquescente; elle précipite la plupart des dissolutions métalliques, ainsi que le tannin. En analysant sa combinaison avec l'oxyde de plomb, on lui trouve pour formule $C^{13}H^{8}Az^{2}O^{5}$.

La protide est précipitée de sa dissolution par le sous-acétate de plomb; ce sel, décomposé par l'acide sulfhydrique, donne la protide à l'état de pureté.

Cette dernière substance a pour formule $C^{13}H^{9}Az^{2}O^{4}$. Elle est amorphe et solide, d'un jaune-paille, précipitable par les sels de plomb, le bichlorure de mercure, l'azotate d'argent et le tannin. (M. Mülder.)

Digitized by Google

Nous plaçons à la suite des matières albumineuses quelques substances organiques qui présentent une analogie complète ou de nombreux rapports avec l'albumine, la fibrine et la caséine.

GLUTEN.

Lorsqu'on soumet à l'action d'un faible courant d'eau certaines farines, l'eau entraîne l'amidon et laisse comme résidu une substance molle et filante, dont nous avons déjà parlé en traitant de la farine. Cette substance a été nommée *gluten*.

Le gluten, traité à chaud par l'alcool, cède à ce dissolvant trois corps différents :

1° La *mucine*, matière neutre, incristallisable, soluble dans l'eau, dans la potasse, et que l'on isole en ajoutant de l'eau dans l'extrait alcoolique de gluten, filtrant la liqueur et l'évaporant ensuite à siccité.

2° La *caséine végétale*, qui présente la même composition que la caséine du lait, et qui se dépose par le refroidissement de l'extrait alcoolique.

3° La *glutine*, matière visqueuse, de couleur jaune, acide aux réactifs colorés, soluble dans les alcalis, dans les acides, insoluble dans l'eau et dans l'éther, précipitable de sa dissolution alcoolique par le tannin, par l'acide carbonique, et présentant la même composition que l'albumine animale.

Le résidu insoluble dans l'alcool est généralement considéré comme identique avec la fibrine animale ; toutefois il laisse par l'incinération des cendres ne contenant pas d'alcali.

C'est à une des transformations que subit la fibrine végétale dans la plante que l'on doit attribuer la production de la diastase.

AMANDINE.

MM. Dumas et Cahours ont donné le nom d'*amandine* à une substance que l'on trouve en grande quantité dans les végétaux et que l'on retire principalement de l'amande de toutes les rosacées.

L'amandine est soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool et l'éther ; elle se coagule par la chaleur et sous l'influence de tous les acides, même de l'acide acétique étendu et de l'acide phosphorique. L'acide chlorhydrique produit avec elle la belle teinte bleue qui caractérise toutes les substances albumineuses.

L'amandine peut être complétement précipitée de sa dissolution par la présure ; elle se dissout avec facilité dans les alcalis. Cette dissolution est

Digitized by Google

coagulée ensuite par les acides. Sa composition en centièmes a été déterminée par MM. Dumas et Cahours. On voit qu'elle s'éloigne de celle des composés albumineux qui contiennent environ 15,5 pour 100 d'azote, tandis que l'amandine en contient 18,5 :

Carbone	50,9
Hydrogène	6,5
Azote	18,5
Oxygène	24,1
	100,0

LÉGUMINE.

Cette substance a été découverte par Braconnot dans les pois et les haricots ; elle présente une grande analogie avec la caséine.

La légumine est soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool et l'éther ; elle forme avec l'acide acétique un précipité qui se redissout dans un excès d'acide végétal : c'est en quelque sorte son caractère distinctif. La légumine se dissout dans les alcalis libres ou carbonatés et dans les eaux de chaux et de baryte. D'après les analyses de MM. Dumas et Cahours, la légumine est isomérique avec l'amandine.

SUBSTANCES VITELLINES.

Les œufs des différents animaux renferment plusieurs principes immédiats qui ont reçu le nom générique de *corps vitellins* ou de *substances vitellines*.

Ces substances sont :

La vitelline,
L'ichtine,
L'ichtidine,
L'ichtuline,
L'émydine.

VITELLINE.

La vitelline a été découverte dans le jaune de l'œuf d'oiseau par MM. Dumas et Cahours.

Cette substance est blanche et grenue, elle offre une si grande analogie

Digitized by Google

avec l'albumine, que la présence d'une certaine quantité de ce dernier corps ne modifie pas sensiblement sa composition et ses propriétés. Ainsi la vitelline, entièrement débarrassée d'albumine, se dissout, comme les matières albumineuses, dans l'acide chlorhydrique bouillant en produisant une belle coloration d'un bleu violacé. Elle est insoluble dans l'eau, dans l'alcool, dans l'éther, et soluble dans les alcalis.

Soumise à l'analyse, la vitelline a présenté la même composition que la fibrine; mais on la distingue facilement de ce principe immédiat, parce qu'elle ne décompose pas l'eau oxygénée.

Pour obtenir la vitelline, on traite par l'eau froide le jaune d'œuf de poule; l'albumine reste en dissolution dans l'eau, tandis que la vitelline se précipite. Ce corps, lavé à l'eau, à l'alcool et à l'éther, doit être considéré comme pur.

ICHTINE.

L'ichtine est grenue, douce au toucher; elle présente, jusqu'à un certain point, l'aspect de l'amidon.

Les grains d'ichtine sont insolubles dans l'eau, l'alcool et l'éther; ils sont d'une transparence complète et ne deviennent pas opaques lorsqu'on les maintient, même pendant longtemps, dans l'eau bouillante; l'acide chlorhydrique les dissout sans produire de coloration violette : ces deux dernières propriétés établissent des différences bien nettes entre l'ichtine, l'albumine et la vitelline.

Tous les acides concentrés opèrent la dissolution de l'ichtine; quand ils sont étendus, ils n'agissent pas sur cette substance, à l'exception toutefois des acides acétique et phosphorique qui dissolvent immédiatement les grains d'ichtine, même lorsqu'ils sont étendus d'une grande quantité d'eau.

Les dissolutions de potasse et de soude opèrent avec lenteur la dissolution de l'ichtine.

L'ichtine paraît insoluble dans l'ammoniaque.

Les grains d'ichtine, soumis à la combustion, ne laissent pas sensiblement de cendres.

La composition centésimale de l'ichtine est la suivante :

Carbone	51,0
Hydrogène	6,7
Azote	15,0
Phosphore	1,9
Oxygène	25,4
	100,0

L'ichtine se trouve en suspension dans le jaune d'œuf des poissons

Digitized by Google

cartilagineux. Pour l'isoler, on fait écouler le jaune sans mélange dans une grande quantité d'eau distillée; les grains, étant plus denses que l'eau, tombent au fond du liquide. On les lave par décantation, puis on les débarrasse complétement des corps gras par des lavages successifs à l'alcool et à l'éther. Il reste, après ces traitements, une quantité considérable de grains, dont on peut obtenir facilement en quelques heures plusieurs centaines de grammes, et qui présentent sous le microscope tous les caractères d'une pureté absolue. (VALENCIENNES et FREMY.)

ICHTIDINE ET ICHTULINE.

Les œufs de certains cyprinoïdes renferment deux principes immédiats différents de l'ichtine, et auxquels on a donné les noms d'*ichtidine* et d'*ichtuline*.

Ichtidine. — Ce corps forme des grains rectangulaires, qui sont solubles dans l'eau et dans les dissolutions salines.

Il n'a pas été possible d'isoler l'ichtidine à l'état de pureté, parce que lorsqu'on traite les ovules écrasés des cyprinoïdes par une petite quantité d'eau, les grains s'usent peu à peu, et disparaissent complétement au bout de quelques minutes. En outre, la présence dans ces œufs d'une substance nouvelle, l'*ichtuline*, rend cette séparation plus difficile encore.

Ichtuline. — L'ichtuline est pulvérulente et soluble dans les acides. Elle se rapproche de l'ichtine par ses caractères chimiques; mais elle diffère de cette dernière substance par ses propriétés physiques et par sa composition, qui présente certains rapports avec celle de l'albumine.

Soumise à l'analyse, l'ichtuline a donné en effet les résultats suivants :

Carbone	52,5
Hydrogène	8,0
Azote	15,2
Phosphore	0,6
Soufre	1,0
Oxygène	22,7
	100,0

L'ichtuline se trouve en dissolution dans le liquide albumineux que l'on obtient en traitant les œufs écrasés des cyprinoïdes par une petite quantité d'eau. En augmentant la proportion d'eau, on détermine la précipitation de l'ichtuline, qui se rassemble, par l'agitation, sous la forme d'une masse sirupeuse et filante. Cette substance est ensuite purifiée par des traitements à l'alcool et à l'éther.

Digitized by Google

L'éther et l'alcool font perdre à l'ichtuline sa viscosité, et la rendent solide et pulvérulente. (VALENCIENNES et FREMY.)

ÉMYDINE.

Les œufs de certaines espèces de chéloniens, la tortue de terre d'Alger (*Testudo mauritanica*) et la tortue d'eau douce (*Cistudo europœa*), sont formés d'un blanc gélatineux, peu abondant, à peine albumineux, enfermé dans les cellules de grandes membranes transparentes. Le jaune, très riche en albumine, contient en outre une quantité considérable d'huile phosphorée et, de plus, des grains particuliers constituant un nouveau principe immédiat, qui a été nommé *émydine*.

L'émydine présente l'aspect de grains blancs arrondis ou un peu ovoïdes, couverts de petites rugosités, transparents, plus denses et plus durs que les grains d'ichtine. Les plus gros grains d'émydine extraits des œufs de la tortue mauritanique (*Testudo mauritanica*) ont 10 centièmes de millimètre. Ils sont enveloppés dans une membrane très mince, qui paraît se déchirer quand on la comprime sous le microscope, et qui laisse sa transparence, une sorte de noyau présentant la forme d'un hexaèdre. Ce noyau lui-même grossit peu à peu, ses angles s'effacent, et il finit par devenir sphérique. D'autres granules se crèvent en se boursouflant. On en voit de toutes grandeurs.

La potasse très étendue dissout immédiatement l'émydine, tandis qu'elle n'agit que lentement sur l'ichtine. L'acide acétique, qui dissout avec la plus grande facilité l'ichtine, gonfle simplement les grains d'émydine, mais ne les dissout pas. Ces caractères paraissent établir des différences très nettes entre l'ichtine et l'émydine. Ses granules se dissolvent dans l'acide chlorhydrique bouillant, sans communiquer au liquide de coloration violette.

L'émydine, soumise à l'analyse, a présenté la composition suivante :

Carbone	49,4
Hydrogène	7,4
Azote	15,6
Oxygène Phosphore	27,6
	100,0

Cette substance paraît isomérique avec l'ichtine.

Les grains d'émydine laissent par l'incinération un résidu de sels calcaires qui ne dépasse jamais 1 centième.

Pour obtenir l'émydine, il faut traiter par l'eau le vitellus des œufs de chéloniens. On voit nager à la surface du liquide l'huile jaunâtre de

Digitized by Google

l'œuf, et se précipiter de petits grains blancs. L'eau retient en dissolution l'albumine et les sels.

Les granules peuvent être facilement purifiés par des lavages à l'eau, à l'alcool et à l'éther. (VALENCIENNES et FREMY.)

MATIÈRES GÉLATINEUSES.

La peau, les tendons, les os, la corne de cerf, etc., abandonnent à l'eau bouillante une substance qui a reçu le nom de *gélatine*.

Cette substance ne préexiste pas dans les différentes matières que nous venons de citer. Elle provient de la transformation d'un corps nommé *osséine*. (MM. Verdeil et Robin.)

OSSÉINE.

Propriétés.

L'osséine est solide, jaunâtre, transparente et insoluble dans l'eau. Elle se putréfie rapidement au contact de l'air humide, et forme avec l'alumine, le peroxyde de fer, l'oxyde de mercure et le tannin, des composés inaltérables à l'air.

Lorsqu'on maintient en ébullition de l'eau dans laquelle on a ajouté des fragments d'osséine, cette substance se modifie lentement, et se dissout en se convertissant en gélatine. Cette transformation peut être rendue très prompte en acidulant légèrement la liqueur. Elle s'opère sans que l'osséine change de composition et augmente de poids (Fremy).

Analyse.

Nous donnons ici la composition de l'osséine :

ORIGINE.	Colle de poisson.	Tendons de pieds de veau.	Sclérotique.	Os de bœuf.	Os de bœuf.	Os de veau.	Os de hibou	Os de carpe	Colle de poisson.	Colle de poisson.
Carbone . .	49,6	50,3	50,5	49,2	50,4	49,9	49,1	49,8	»	»
Hydrogène.	6,9	7,2	7,1	7,8	6,5	7,3	6,8	7,1	»	»
Azote . . .	18,8	18,3	18,7	17,9	16,9	17,2	»	»	»	»
Oxygène. .	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Soufre. . .	»	»	»	»	»	»	»	»	0,7	0,6
Observateurs :	M. Schérer.			Fremy.					M. Verdeil.	M. Schlieper

Digitized by Google

Extraction.

Pour obtenir facilement l'osséine, il faut plonger les os dans de l'acide chlorhydrique étendu de 9 fois son volume d'eau, renouveler la liqueur au bout de quelques jours, et continuer ce traitement, en faisant usage d'un acide de plus en plus faible, jusqu'à ce que les os deviennent mous, élastiques et transparents. On les lave alors successivement avec de l'eau froide, puis avec de l'eau chaude, et lorsque l'eau de lavage ne précipite plus par l'azotate d'argent, on les traite par l'alcool et l'éther bouillants.

GÉLATINE. $C^{13}H^{10}Az^2O^5$.

C^{13}	975,00		50,00
H^{10}	125,00		6,41
Az^2	350,00		17,95
O^5	500,00		25,64
	1950,00		100,00

Propriétés.

Cette substance, qui porte souvent dans les arts le nom de *colle forte*, est incolore et transparente lorsqu'elle est pure; elle est remarquable par sa grande cohérence; elle est inodore, insipide, neutre aux réactifs colorés. Lorsqu'on la soumet à l'action de la chaleur, elle entre d'abord en fusion et se décompose ensuite, en répandant une odeur désagréable de corne brûlée.

La gélatine ne se dissout pas dans l'eau froide et ne fait que s'y ramollir; dans ce cas, elle s'hydrate et peut prendre jusqu'à six fois son poids d'eau.

Lorsqu'on abandonne la gélatine humide au contact de l'air, elle se putréfie rapidement en dégageant des vapeurs ammoniacales.

La gélatine est soluble dans l'eau bouillante; par le refroidissement l'eau se prend en gelée; un liquide qui ne contient qu'un centième de gélatine peut former une gelée en se refroidissant. Cette gelée s'altère assez rapidement sous l'influence de la chaleur, et devient acide.

La gélatine n'est pas sensiblement soluble dans l'alcool. Les dissolutions de gélatine sont précipitées par le chlore et donnent naissance à un précipité blanc, élastique, imputrescible, que l'on peut considérer comme une combinaison d'acide chloreux et de gélatine. (M. Thenard, M. Mülder.)

Digitized by Google

Dans la réaction du chlore sur la gélatine, on peut obtenir les corps suivants :

$$C^{13}H^{10}Az^2O^5,ClO^3.$$
$$(C^{13}H^{10}Az^2O^5)^4,ClO^3.$$
$$(C^{13}H^{10}Az^2O^5)^3,(ClO^3)^2.$$

(M. MULDER.)

Si l'on fait bouillir pendant plusieurs heures une dissolution de gélatine, cette substance perd la propriété de se prendre en gelée ; lorsqu'on traite par le chlore la gélatine ainsi modifiée, on obtient un précipité qui a pour formule $(C^{13}H^{10}Az^2O^5)^5,(ClO^3)^3$ (M. Gondœver). Les alcalis peuvent aussi faire éprouver à la gélatine une modification qui lui fait perdre la propriété de se prendre en gelée.

La chaux se dissout plus facilement dans une eau chargée de gélatine que dans l'eau pure.

La gélatine peut se combiner avec quelques sels insolubles, et principalement avec du phosphate de chaux récemment précipité.

Quand on verse une dissolution de gélatine, mélangée d'alcali, dans une dissolution d'alun ou de sulfate de peroxyde de fer, il se produit des précipités contenant de la gélatine (M. Mülder).

Le sublimé corrosif s'unit avec la gélatine.

La dissolution de tannin précipite complétement la gélatine : c'est sur l'affinité du tannin pour les substances gélatineuses qu'est fondé le tannage des cuirs.

Les alcalis et les acides ne paraissent pas contracter de combinaisons avec la gélatine ; mais si l'on fait digérer de la gélatine avec deux fois son poids d'acide sulfurique, et qu'on sature ensuite l'acide par du carbonate de chaux, on obtient, par l'évaporation de la liqueur, une substance cristalline nommée *sucre de gélatine* ou *glycocolle* (Braconnot).

ACTION DES CORPS OXYDANTS SUR LA GÉLATINE.

L'action de l'acide chromique sur la gélatine donne de l'acide cyanhydrique, de l'acide benzoïque, de l'acide valérianique, de l'acide acétique, du valéronitrile et un nouveau corps, le *valéracétonitrile*.

Le valéracétonitrile $C^{52}H^{48}Az^4O^{12}$ est liquide, incolore et très réfringent, d'une saveur éthérée et brûlante, d'une densité égale à 0,19. Il bout à 69°. Il est inflammable, assez soluble dans l'eau, soluble dans l'éther ; l'acide sulfurique concentré le décompose en acide acétique, en acide valérianique et en sulfate d'ammoniaque. (M. SCHLIEPER.)

Digitized by Google

CORPS DÉRIVÉS DE LA GÉLATINE.

SUCRE DE GÉLATINE, OU GLYCOCOLLE. $C^4H^5AzO^4$.

C^4	300,00		32,00
H^5	62,50		6,66
Az	175,00		18,66
O^4	400,00		42,68
	937,50		100,00

Propriétés.

Ce corps a été découvert par Braconnot. Les propriétés et la composition du glycocolle ont été déterminées par MM. Boussingault et Harsford.

Le glycocolle est blanc, cristallin, d'une saveur sucrée, soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool absolu et dans l'éther. Il n'exerce aucune action sur les réactifs colorés et ne fermente pas au contact de la levûre de bière. Lorsqu'on le soumet à la distillation, il brunit vers 270°, en subissant une fusion partielle, puis il se décompose en donnant des produits ammoniacaux et un sublimé cristallin.

Les cristaux de glycocolle, traités par une dissolution bouillante de potasse, prennent d'abord une coloration rouge qui disparaît ensuite par une ébullition prolongée.

La même teinte rouge se manifeste lorsqu'on fait réagir la baryte ou l'oxyde de plomb sur une dissolution bouillante de glycocolle.

La potasse caustique en fusion attaque le glycocolle sans le colorer en rouge : il se dégage de l'hydrogène, de l'ammoniaque, et il se produit du cyanure de potassium et de l'oxalate de potasse (M. Schwartz).

Le glycocolle, semblable à l'urée, s'unit avec les acides, le chlorure de platine et avec un grand nombre de sels métalliques.

Voici les formules de plusieurs de ces composés :

Azotate de glycocolle	$C^4H^5AzO^4,AzO^5,HO$.
Chlorhydrate de glycocolle . .	$C^4H^5AzO^4,HCl$.
Acétate de glycocolle	$C^4H^5AzO^4,C^4H^3O^3,HO$.

Il existe aussi des combinaisons de glycocolle avec les bases et les oxydes métalliques.

Nous donnons ici les formules des composés les mieux connus :

$ZnO,C^4H^5AzO^4,HO$.
$CdO,C^4H^5AzO^4,HO$.
$PbO,C^4H^5AzO^4$.
$CuO,C^4H^5AzO^4,HO$.
$HgO,C^4H^5AzO^4,HO$.
$AgO,C^4H^5AzO^4$,

Digitized by Google

Les agents d'oxydation, tels que la dissolution aqueuse de chlore, l'acide azotique, un mélange d'acide chlorhydrique et de chlorate de potasse, le permanganate de potasse, convertissent le glycocolle en un acide azoté peu connu.

Le chlore gazeux transforme le glycocolle en un corps brun cristallisable.

Le brôme et l'iode donnent des combinaisons analogues (M. Mülder).

Le glycocolle, distillé avec un mélange d'acide sulfurique et de peroxyde de manganèse, fournit de l'acide cyanhydrique pur.

Préparation.

On peut obtenir le glycocolle en faisant réagir les alcalis sur l'acide cholique ; mais en général on prépare le glycocolle par les deux procédés suivants :

1° On fait bouillir l'acide hippurique avec 4 parties d'acide chlorhydrique concentré : l'acide hippurique se dédouble alors en acide benzoïque qui cristallise par le refroidissement de la liqueur, et en glycocolle qui reste en combinaison avec l'acide chlorhydrique ; en décomposant le chlorhydrate de glycocolle par un alcali, en présence de l'alcool absolu, on obtient le glycocolle pur en petits cristaux blancs.

2° On mêle 12 grammes de gélatine avec 24 grammes d'acide sulfurique concentré. Après un jour de repos, ce mélange est étendu de 100 grammes d'eau, maintenu en ébullition pendant cinq heures, saturé par la craie, filtré et évaporé à consistance sirupeuse. Il laisse déposer lentement des cristaux de glycocolle.

ACTION DE L'ACIDE AZOTEUX SUR LE GLYCOCOLLE.

ACIDE GLYCOLLIQUE. $C^4H^3O^5,HO$.

C^4	300,00		31,57
H^3	37,50		3,94
O^5	500,00		52,63
HO	112,50		11,86
	950,00		100,00

L'acide azoteux réagit à froid sur le glycocolle, et le convertit en un acide nouveau qui a reçu le nom d'*acide glycollique*.

Cet acide est sirupeux, soluble dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther. Il forme avec le zinc et la baryte deux sels cristallisables, qui ont pour formule :

$BaO,C^4H^3O^5$ (à 100°).
$ZnO,C^4H^3O^5,2HO$.

Digitized by Google

Pour obtenir l'acide glycollique, on fait arriver de l'acide azoteux dans une dissolution de glycocolle. Il se dégage de l'azote et il se forme de l'acide glycollique. En agitant la liqueur avec de l'éther, on enlève ce dernier acide, qui se dépose par l'évaporation de l'extrait éthéré.

L'acide glycollique se produit aussi lorsqu'on fait bouillir pendant quelques jours l'acide benzoglycollique avec de l'eau contenant une petite quantité d'acide sulfurique. Par la concentration, la liqueur laisse déposer de l'acide benzoïque. On décante les eaux mères qui recouvrent cet acide, et, après les avoir neutralisées par le carbonate de baryte, on les évapore à consistance sirupeuse. Elles donnent, au bout de peu de temps, une cristallisation abondante de glycollate de baryte. Ce sel, décomposé par l'acide sulfurique, fournit l'acide glycollique.

(MM. Strecker et Socoloff.)

Nous plaçons ici un acide particulier, l'*acide homolactique*, découvert par M. Cloëz dans les eaux mères de la préparation du fulminate de mercure, et qui présente la même composition que l'acide glycollique.

ACIDE HOMOLACTIQUE.

L'acide homolactique est liquide, incolore et inodore, d'une densité égale à 1,197. Il est avide d'humidité, soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther. Il se décompose vers 200°, en dégageant des vapeurs blanches, qui se solidifient par le refroidissement. Il dissout le fer et le zinc.

Pour retirer l'acide homolactique des eaux mères qui ont donné le fulminate de mercure, il faut saturer ces eaux mères par le carbonate de chaux, filtrer et distiller la liqueur claire au bain-marie. Il passe dans le récipient de l'aldéhyde, des éthers formique, acétique et azoteux, tandis qu'il reste dans la cornue un liquide noir contenant de l'azotate, de l'acétate, du formiate et de l'homolactate de chaux.

Ce liquide, abandonné à l'évaporation spontanée, dépose tous les sels de chaux qu'il renferme, excepté l'azotate. On enlève le dépôt, on le lave avec de l'alcool, et après l'avoir repris par l'eau bouillante, on ajoute à la liqueur de l'acide oxalique dissous, jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de précipité d'oxalate de chaux. En filtrant ensuite la dissolution, la chauffant dans un appareil distillatoire, afin de chasser les acides formique et acétique, décolorant par le noir animal le liquide sirupeux resté dans la cornue, le neutralisant ensuite par la chaux et l'évaporant convenablement, on obtient l'homolactate de chaux, qu'on purifie par de nouvelles cristallisations.

Ce sel, décomposé par l'acide oxalique, donne l'acide homolactique.

(M. Cloez.)

Digitized by Google

CHONDRINE. $C^{32}H^{26}Az^4O^{14}$.

C^{32}	2400,00		49,74
H^{26}	325,00		6,73
Az^4	700,00		14,50
O^{14}	1400,00		29,03
	4825,00		100,00

Les cartilages, traités par l'eau bouillante, donnent une substance que l'on a longtemps confondue avec la gélatine, et dont la véritable nature a été déterminée par M. Müller, qui a donné à ce corps le nom de *chondrine*.

Propriétés.

La chondrine est solide, incolore ou légèrement jaunâtre, insoluble dans l'alcool, dans l'éther, et soluble dans l'eau bouillante.

Presque tous les acides précipitent la chondrine de sa dissolution aqueuse; le précipité est soluble dans un excès de réactif.

Les dissolutions de sulfate d'alumine, d'alun, d'acétate de plomb, de sulfate de fer, forment dans les dissolutions de chondrine des précipités volumineux ; ces caractères établissent une distinction entre la chondrine et la gélatine; cette dernière substance n'est pas précipitée par les sels que nous venons de citer.

La dissolution aqueuse de chondrine, traitée par le chlore, donne un précipité qui a pour formule $C^{32}H^{25}ClAz^4O^{14}$ (M. Schräder).

Préparation.

La chondrine s'obtient en faisant bouillir pendant quarante-huit heures environ, avec de l'eau, des cartilages costaux d'homme ou de veau ; on évapore la liqueur à consistance gélatineuse, et on la traite par l'éther qui enlève les corps gras. (M. Muller.)

FABRICATION DE LA COLLE.

La gélatine est connue sous le nom de *colle forte*, lorsqu'on l'emploie dans les arts, et de *gélatine sèche*, lorsqu'on la destine à l'alimentation.

On extrait la colle et la gélatine des rognures de peau, de certaines parties molles des animaux, des cornes, des sabots et des os.

Ces substances sont employées fraîches et sèches. Lorsque les tissus frais ne peuvent être traités immédiatement, on les immerge dans un lait de chaux pour prévenir leur fermentation ; cette immersion dure

Digitized by Google

quinze ou vingt jours ; on les expose ensuite à l'air pour les faire dessécher et pour pouvoir les expédier facilement.

Ces substances ainsi préparées portent le nom de *colle-matière*. On les plonge dans l'eau pour les faire gonfler et leur enlever l'excès de chaux qui pourrait, au moment de l'extraction, réagir sur la colle. Lorsque ces matières ont été complétement débarrassées de chaux, on les porte dans une chaudière à double fond, mobile et trouée ; la chaudière est munie d'un robinet entre les deux fonds. On emplit aux deux tiers environ la chaudière d'eau à 30° ; on porte vivement la liqueur à l'ébullition ; on brasse de temps en temps pour que la dissolution soit homogène, et lorsqu'une portion, mise à refroidir, se prend en gelée ferme, on soutire dans une chaudière voisine, dont la température doit être à peu près égale à 100°, pour que les substances étrangères à la colle puissent se déposer avant le refroidissement.

Après quatre ou cinq heures de repos, on introduit le liquide au moyen d'un entonnoir muni d'un tamis destiné à retenir les impuretés, dans des moules de bois de sapin bien dressés et très propres. Les moules doivent être complétement remplis et placés dans un atelier dallé maintenu à une basse température.

La colle se prend dans l'espace de quinze à dix-huit heures. On transporte les moules dans un séchoir ouvert de tous côtés et garni de persiennes ; on promène sur les parois des moules un couteau flexible et mouillé pour détacher la colle ; on renverse le moule sur une table également mouillée, et le pain de gélatine s'y dépose. On le divise en plaques horizontales au moyen d'un fil de laiton disposé de manière que ces plaques soient toutes de la même épaisseur. On les étend sur des châssis garnis de cordes qu'on transporte sur des tasseaux fixés à des montants qui se trouvent dans le séchoir : ces châssis sont placés à 5 ou 6 centimètres de distance les uns des autres, et, pour rendre la dessiccation plus égale, on retourne les feuilles trois ou quatre fois par jour.

Le séchage de la colle est la partie la plus délicate de cette fabrication. Si, dans les premiers moments de l'exposition de la gélatine sur les châssis, la température atmosphérique est trop élevée, la gelée coule et abandonne les filets ; par des temps de gelée, les feuilles se fendent et se déforment ; une influence électrique peut occasionner de grandes pertes ; un vent sec et chaud dessèche trop promptement et fait fendiller les feuilles ; un brouillard qui s'introduit dans le séchoir altère la surface de la colle. Pour prévenir tous ces accidents, on ne fabrique guère qu'à l'automne ou au printemps, et, dans tous les cas, on fait usage des persiennes qui garnissent le séchoir.

Les feuilles, amenées au point d'être facilement maniables, sont transportées dans une étuve où elles acquièrent le degré de dessiccation convenable. Il suffit alors de les lustrer en les plongeant dans de l'eau

Digitized by Google

chaude, en les frottant avec une brosse mouillée, et de les reporter pendant quelques heures dans une étuve.

La *colle-matière* ne s'est pas dissoute entièrement dans l'eau. Après un premier soutirage, on verse de l'eau chaude sur le résidu ; on fait bouillir de nouveau, et l'on procède pour cette seconde dissolution comme pour la première. Le résidu est encore soumis à une troisième ébullition, puis porté à la presse. La liqueur est clarifiée avec $\frac{1}{600}$ d'alun ; elle est ramenée ensuite à une densité convenable, et est employée comme première eau à une nouvelle opération.

On pourrait se dispenser de ces trois opérations successives en employant pour la dissolution de la colle-matière une plus grande quantité d'eau qu'on ferait évaporer ; mais on remarque que, par ce procédé usité dans beaucoup de fabriques, on obtient une colle d'une moins bonne qualité. La gélatine, comme le sucre, paraît s'altérer par une longue ébullition. La colle qui en provient est hygrométrique, et si, sous ce rapport, elle convient à quelques industries, telles que la chapellerie, elle ne pourrait être employée efficacement dans les arts où elle doit agir en raison de sa ténacité et de son inaltérabilité à l'air.

Nous donnerons ici :

1° Le rendement des *colles-matières* les plus employées.

Brochettes (pellicules minces que le mégissier enlève sur les peaux)	44 à 45 pour 100.
Buénos-Ayres (rognures de cuirs étrangers)	56 à 60.
Patins (gros tendons que l'on enlève avec des petits os derrière les quatre jambes du bœuf)	35.
Nerfs (tendons tirés des jambes et des parties charnues des chevaux)	15 à 18.
Rognures des parchemineries	62.
Surons d'indigo (peaux épaisses qui servent à emballer l'indigo)	50 à 55.
Peaux de têtes de veau	44 à 48.
Rognures des tanneries	38 à 42.

2° La liste des colles que l'on trouve dans le commerce, en les rangeant d'après leur ordre de ténacité :

Colle Payen, première cuite ;
Colle-forte des os ;
Colle Payen, deuxième cuite ;
Colle façon anglaise ;
Colle Payen, troisième cuite ;
Colle de Flandre blonde, ou de Hollande ;
Colle de Givet, façon anglaise ;
Colle façon Givet ;
Colle de Paris ou des chapeliers.

Digitized by Google

COLLE D'OS.

Lorsqu'on maintient pendant quelque temps un os dans une dissolution d'acide chlorhydrique, il devient flexible, mou et transparent; dans cette immersion, l'acide dissout les sels calcaires et laisse à nu la substance gélatineuse, qui peut ensuite se transformer en gélatine sous l'influence de l'eau bouillante. C'est sur cette réaction chimique qu'est basée l'extraction de la gélatine des os, qui a été pratiquée en grand par d'Arcet.

Les os destinés à la fabrication de la colle sont lavés, cassés au moyen d'une hachette, ou divisés au moyen de cylindres mus par une machine à vapeur, comme cela s'exécute dans la fabrique de M. Capdeville, à la Glacière; les os sont portés ensuite à l'ébullition dans l'eau, afin d'en extraire la graisse, qui vient surnager à la surface du liquide.

Ces os ainsi dégraissés sont mis en digestion pendant vingt-quatre heures dans des baquets contenant de l'acide chlorhydrique ramené à la densité de 6°; on réitère cette opération jusqu'à ce qu'on ait employé un poids d'acide à 22° égal à celui des os. Cette première opération dure à peu près dix heures; les eaux de lavage sont déversées sur d'autres baquets, jusqu'à ce que l'acide soit entièrement saturé.

Les os, privés des sels calcaires, sont lavés avec soin pour leur enlever l'acide qu'ils peuvent retenir : à cet effet, on les immerge souvent dans de l'eau de chaux ou dans une dissolution de carbonate de soude; on les porte ensuite dans une chaudière de fonte, où on les épuise par trois ébullitions successives : on n'emploie dans ce traitement qu'une quantité d'eau assez faible pour qu'il soit inutile de faire évaporer. La liqueur est soutirée dans un cuvier; il s'y forme un précipité abondant; on transvase la liqueur dans des moules doublés de plomb, et l'on procède comme pour la fabrication de la colle de peau. Lorsqu'on opère avec soin, on obtient une colle qui peut être comparée à la meilleure colle de peau. Les cornillons et les os de la tête donnent 22 ou 23 pour 100 de colle; les autres parties osseuses n'en rendent que 14 ou 15.

Dans les localités où l'on ne se procure pas facilement l'acide chlorhydrique, on procède à l'extraction de la gélatine en soumettant les os à la vapeur à haute pression dans un autoclave ou marmite de Papin; mais on n'obtient par ce procédé que 15 pour 100 de colle d'une qualité inférieure; à la vérité, les os, privés d'une partie de leur graisse et de leur substance gélatineuse, sont employés à la fabrication du noir animal.

Pour la préparation de la gélatine alimentaire, d'Arcet a proposé un appareil dans lequel les os sont placés dans un cylindre à mailles grillées

Digitized by Google

et ne sont en contact qu'avec de la vapeur qui ne doit pas dépasser 106°. On évite ainsi la production d'ammoniaque.

Les os de bœuf sont les seuls qu'on doive employer pour la préparation de la gélatine alimentaire ; ceux de porc, de veau et de mouton donnent un bouillon qui retient une écume noirâtre et qui présente une saveur de suif et une apparence laiteuse.

On trouve dans le commerce une colle forte, blanche, transparente, insipide, en feuilles extrêmement minces, qui porte le nom de *grenétine* et qui est fabriquée par M. Grenet, de Rouen. Ce fabricant extrait cette colle des peaux de jeunes animaux et de cartilages de veau.

Cette gélatine est préparée avec beaucoup de soin ; elle provient de matières fraîches ; aussi peut-elle être employée avec toute sécurité dans l'alimentation, pour le collage des vins, au lieu de colle de poisson.

COLLE FORTE LIQUIDE.

On fait usage depuis quelque temps d'une colle dite *colle forte liquide*, que l'on prépare en faisant dissoudre au bain-marie 1 kilogramme de colle de Givet dans 1 litre d'eau, et en ajoutant ensuite dans la dissolution 200 grammes d'acide azotique à 36°.

Cette colle reste liquide et peut être employée immédiatement.

ICHTHYOCOLLE (COLLE DE POISSON).

On donne le nom de *colle de poisson* à une substance gélatineuse qu'on retire de la vésicule aérienne de l'esturgeon dont on enlevé la peau extérieure. On la livre assez souvent au commerce en plaques minces, sèches, difficiles à diviser ; on lui donne aussi la forme de *tablette* ou de *lyre*. Cette substance est soluble dans l'eau ; elle se combine avec le tannin, l'acide gallique et plusieurs oxydes métalliques en formant des précipités insolubles. Les acides coagulent la colle de poisson, qui entraîne alors avec elle toutes les substances tenues en suspension dans le liquide ; aussi s'en sert-on pour la clarification des vins blancs, de la bière, etc. Pour conserver à la colle de poisson sa blancheur, on l'expose à la vapeur de l'acide sulfureux : ce procédé n'est peut-être pas sans inconvénient, car l'ichthyocolle retient assez longtemps l'odeur de soufre brûlé.

L'ichthyocolle, traitée par l'acide sulfurique étendu, donne du sulfate d'ammoniaque et une matière sucrée qui se dédouble, sous l'influence des ferments, en acide carbonique et en alcool (M. Gerhardt).

La colle de poisson est employée pour certaines impressions de tissus, pour la préparation du carmin et pour la clarification des liqueurs ; pour être propre à ces différents usages, elle doit être divisée au moyen d'une forte percussion avec un marteau ou avec un pilon dans un mortier de fer.

Digitized by Google

On la place ensuite dans un vase, on l'arrose avec de l'eau froide, qui la fait gonfler en lui faisant perdre sa cohésion. Lorsqu'elle présente un aspect gélatineux, ce qui a lieu au bout de vingt-quatre heures, on la manie avec les mains ; on continue à la mouiller avec de l'eau, du vin ou de la bière, et lorsqu'elle est presque liquide on la passe à travers un linge avec une forte torsion ; on l'étend ensuite, suivant l'usage auquel on la destine.

Usages de la colle.

Les usages de la colle sont fort nombreux : on se sert de cette substance dans la menuiserie, les apprêts des tissus, la peinture, la préparation du papier, la clarification du vin, la confection des capsules pharmaceutiques, des perles fausses, du papier glacé, des fleurs artificielles, des pains à cacheter, des taffetas adhésifs, des rouleaux d'imprimerie, dans le moulage des pierreries et des écailles factices, et dans le raccommodage des porcelaines.

La porcelaine se raccommode avec une dissolution gélatineuse de colle de poisson dans l'acide acétique cristallisable : on enduit de cette colle les surfaces de rupture, que l'on applique ensuite l'une contre l'autre en comprimant pendant quelque temps.

CHITINE.

La substance organique qui constitue en grande partie le squelette tégumentaire des crustacés est, comme on sait, identique avec celle qui forme le squelette tégumentaire des insectes. Braconnot lui a donné le nom de *chitine*.

Propriétés.

Cette substance est une des matières les plus remarquables de l'organisation animale par ses propriétés et sa composition. Elle est solide, transparente, d'aspect corné, insoluble dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther. Les acides étendus et les alcalis n'exercent sur elle aucune action ; on peut la considérer comme une des substances organiques les plus inaltérables que l'on connaisse ; soumise à l'analyse, elle a présenté la composition suivante :

Carbone.	6,7
Hydrogène.	43,4
Oxygène.	49,9
	100,0

(FREMY.)

Digitized by Google

La chitine, calcinée avec un mélange de chaux et de soude, n'a pas dégagé d'ammoniaque.

Ces analyses démontrent que la chitine n'est pas azotée, et que sa composition correspond à celle de la cellulose, c'est-à-dire qu'elle peut être représentée par du carbone et de l'eau. Toutefois la chitine diffère essentiellement des corps neutres non azotés ; car soumise à l'action des acides concentrés ou étendus, elle ne produit pas de glucose, et traitée à froid par l'acide azotique fumant, elle n'éprouve aucune altération, et ne produit pas de composé comparable à la pyroxyline.

Les acides concentrés la transforment en un acide incristallisable, comparable à l'acide métapectique.

L'acide azotique bouillant la décompose, en la changeant finalement en acide oxalique.

Préparation.

La préparation de la chitine ne présente aucune difficulté ; elle s'opère de la manière suivante :

Les différentes parties du squelette tégumentaire d'un crustacé sont traitées d'abord à froid par de l'acide chlorhydrique étendu d'eau, de manière à dissoudre complétement les sels calcaires qui se trouvent à la surface du test ; on lave le résidu à l'eau distillée, et on le fait bouillir pendant plusieurs heures avec une dissolution de potasse, qui dissout les substances albumineuses adhérentes au test, et qui n'exerce pas d'action sur la chitine.

Cette substance est de nouveau lavée à l'eau distillée, puis purifiée au moyen de l'alcool et de l'éther.

CONCHIOLINE.

Certaines espèces de coquilles, traitées par l'acide chlorhydrique, laissent pour résidu une matière organique fort remarquable, d'un aspect brillant et feutré, insoluble dans l'eau, dans l'alcool et l'éther, et qui résiste à l'action des acides étendus.

Cette substance, que l'on a nommée *conchioline*, est isomérique avec l'osséine ; elle en diffère cependant par plusieurs caractères importants.

Elle ne produit pas de gélatine par l'action de l'eau bouillante ; les acides et les alcalis concentrés ne la dissolvent que très lentement.

La substance organique qui constitue l'axe corné des gorgones présente une grande analogie avec la conchioline ; elle ne donne pas de gélatine par son ébullition dans l'eau, et résiste pendant longtemps à l'action des acides et des alcalis. (FREMY.)

Digitized by Google

FLUIDES ANIMAUX ET FONCTIONS ANIMALES.

L'entretien de la vie chez l'homme et chez les animaux exige l'accomplissement d'un certain nombre de phénomènes chimiques qui se passent dans toutes les parties du corps, mais plus spécialement dans le tube intestinal, dans le poumon, dans les glandes et dans le sang.

Les aliments introduits dans les voies digestives y sont modifiés, puis portés dans la circulation. L'air introduit dans le poumon abandonne son oxygène, qui passe dans le sang pour y brûler les principes alimentaires provenant de la digestion, et les rendre aptes aux phénomènes de la nutrition de nos organes.

Comme on le voit, les fonctions de la digestion, de la respiration, de la circulation et de la nutrition se trouvent étroitement liées les unes aux autres. L'air et les produits de la décomposition des aliments arrivent dans le sang qui les répand ensuite dans l'économie animale; et c'est également du sang que dérivent toutes les sécrétions et les excrétions. Ces considérations nous détermineront, dans l'exposé qui va suivre, à tracer d'abord les propriétés chimico-physiologiques du sang. Après cette étude préliminaire, se placeront tout naturellement les phénomènes de la digestion, de la respiration et de la nutrition.

SANG.

Propriétés.

Le sang de l'homme, des mammifères et des oiseaux, est un liquide alcalin, rouge brun ou rouge écarlate, un peu épais et visqueux, d'une pesanteur spécifique plus grande que celle de l'eau. Il a une saveur saline repoussante et une odeur fade particulière, caractéristique chez quelques animaux. Sa température est la même que celle du corps.

Alcalinité du sang. — Rouelle démontra, en 1776, que l'alcalinité du sang était due à de la soude. Cette propriété est essentielle au sang pour qu'il puisse servir à l'accomplissement des phénomènes de la vie. On n'a jamais vu ce liquide présenter un autre réaction. On

Digitized by Google

ne peut pas parvenir, à l'aide d'injections directes, à rendre le fluide sanguin acide; la vie cesse longtemps avant qu'on soit arrivé à ce résultat.

La *couleur du sang* présente quelques variations chez les animaux placés au bas de l'échelle zoologique. Il est d'un rouge pur foncé chez les reptiles et d'une couleur bleuâtre chez les poissons. Parmi les animaux sans vertèbres, les sangsues ont seules le sang rouge. Il est incolore chez certains mollusques (biphores) et légèrement nuancé et bleu lactescent dans d'autres (gastéropodes). Chez les insectes, le sang du vaisseau dorsal est transparent et offre une teinte verdâtre dans plusieurs orthoptères; il est jaune dans le ver à soie, orangé dans la chenille du saule; il est brun foncé dans la plupart des coléoptères. Dans les échinodermes, le sang est jaunâtre ou orangé (Tiedemann).

Chez l'homme et les animaux à sang chaud, on distingue, quant à la couleur, deux espèces de sangs : 1° le *sang artériel*, d'un rouge vermeil; 2° le *sang veineux*, d'un brun foncé. Cette coloration spéciale des deux sangs ne commence qu'après la naissance, lorsque la respiration s'effectue. Pendant la vie *intra-utérine* le sang est de la même couleur dans le système artériel et dans le système veineux, et la rougeur qu'il présente est d'une teinte intermédiaire entre celle du sang veineux et celle du sang artériel chez l'adulte.

Pesanteur spécifique du sang. — Le sang est plus dense et plus visqueux chez les animaux à sang chaud que chez ceux à sang froid. La densité et la viscosité du sang peuvent varier dans certaines limites par l'effet de l'alimentation, des hémorrhagies, des émissions sanguines, etc. Bien plus, les portions différentes d'une même saignée peuvent offrir des densités différentes. Ces circonstances expliquent la diversité des nombres donnés par les observateurs. Toutefois, à 15°, la pesanteur spécifique du fluide sanguin de l'adulte varie ordinairement entre 1,050 et 1,058. Cette densité est en général plus élevée chez l'homme que chez la femme. Pendant la grossesse, elle diminue encore, et n'est plus que de 1,045 à 1,046. Chez le fœtus, la pesanteur spécifique du sang de l'artère ombilicale est égale à 1,075 (M. Ch. Denis).

Les phénomènes de la circulation sont d'autant plus faciles et plus compatibles avec l'état de santé, que le sang est plus dense. Quand ce fluide perd sa viscosité et devient plus aqueux, il s'imbibe dans les tissus et ne circule que très difficilement dans les capillaires (Magendie).

L'*odeur du sang* serait caractéristique dans chaque espèce animale, suivant quelques observateurs, et elle serait plus marquée chez le mâle que chez la femelle. Cette odeur spéciale se développe et s'exalte en traitant le sang par l'acide sulfurique. Ce caractère, dont M. Barruel a essayé de tirer parti dans la médecine légale, est d'une valeur généralement contestée.

Digitized by Google

La *chaleur du sang* prise dans le cœur est, chez l'homme et les mammifères, environ de 38° à 40°, Chez les oiseaux, elle est plus élevée de 4° ou 5°. L'exercice, la digestion, augmentent la chaleur du sang; le repos, l'abstinence, la diminuent. Les expériences de J. Davy, Becquerel et Breschet, Mayer et Saissy, tendent à établir que la chaleur du sang artériel dans le cœur est plus élevée de 1° $\frac{1}{8}$ que celle du sang veineux.

On a reconnu que la chaleur du sang augmente avec sa densité.

Examen microscopique du sang.

Quand on observe, sous le microscope, la circulation dans la membrane natatoire de la patte d'une grenouille, ou dans la membrane de l'œil d'une chauve-souris vivante, on constate que le sang ainsi vu en mouvement est formé par un fluide incolore dans lequel nagent des corpuscules colorés appelés *globules du sang*.

Le liquide dans lequel ces corpuscules sont tenus en suspension pendant la vie est une dissolution d'albumine, de fibrine et de sels, nommée *liquor sanguinis*. Ces globules, invisibles à l'œil nu, à cause de leur ténuité, donnent au sang sa couleur rouge caractéristique. Indépendamment de ces corps, le fluide sanguin peut encore tenir en suspension des globules de graisse et des corpuscules de la lymphe et du chyle.

Globules du sang.

Les *globules du sang* existent dans le sang de tous les animaux vertébrés. Chez l'homme et la plupart des mammifères, ils sont circulaires, aplatis en forme de disque et renflés sur les bords. Chez les oiseaux et les reptiles, ils sont elliptiques et également aplatis. Il existe deux sortes de globules du sang. Les uns, colorés, sont beaucoup plus nombreux, demi-transparents et d'une couleur jaunâtre, quand ils sont isolés; ils offrent une couleur rougeâtre, quand il y en a plusieurs réunis ensemble; les autres sont incolores et beaucoup plus petits.

Globules rouges du sang. — La forme des globules rouges du sang influe sur la coloration de ce liquide. Le sang paraît clair lorsque, par leur contraction, les globules présentent deux faces semblables à des miroirs concaves. Il paraît plus coloré quand les globules prennent la forme de miroirs convexes, et répandent ainsi la lumière dans la masse entière du liquide. En effet, si l'on enlève de l'eau aux globules en faisant agir sur eux une dissolution alcaline ou sucrée, le sang devient d'un rouge clair. Si, au contraire, on traite le sang par les acides, l'eau ou l'éther, qui gonflent les globules et les rendent sphériques, la masse entière prend une coloration foncée. Cependant la forme des globules n'est pas la seule cause de ce changement de teinte du sang, car chez les

Digitized by Google

animaux amphibies, où les globules sont toujours biconvexes, les alcalis et le sucre rendent le sang d'un rouge clair. On a reconnu, en outre, que les matières grasses et les globules lymphatiques qui se trouvent parfois disséminés entre les globules font paraître le sang d'un rouge vif, en réfractant la lumière.

Les globules du sang sont quelquefois dentelés ou crénelés. Cette forme ne doit être attribuée qu'à la contraction de l'enveloppe extérieure, résultant soit de l'évaporation du liquide qu'elle renferme, soit de l'influence des sels alcalins. En effet, le sang nouvellement extrait, même chez des individus malades, ne présente jamais de pareils globules.

Le diamètre des globules circulaires colorés du sang varie dans les différentes espèces animales. Chez l'homme, il est de 1/120 de millimètre. Dans les animaux à globules elliptiques, il se présente également des différences relatives au volume. Chez tous les animaux, les globules du sang, quels que soient leur forme et leur volume, représentent des corpuscules lisses, flexibles et élastiques, ce qui leur permet de pouvoir circuler en glissant facilement les uns sur les autres et de s'allonger temporairement pour traverser des capillaires plus étroits que leur diamètre ordinaire.

ANIMAUX A GLOBULES CIRCULAIRES.

	Diamètre en fraction de millimètre.
Homme	1/120
Singes divers, chien, lapin, cochon, hérisson, cochon d'Inde, muscadin	1/150
Ane, chat, souris grise, souris blanche	1/170
Mouton, oreillard, cheval, mulet, bœuf	1/290
Chamois, cerf	1/218
Chèvre	1/288
Escargot des vignes	1/100

ANIMAUX A GLOBULES ELLIPTIQUES.

	Grand diamètre.	Petit diamètre.
Dromadaire, alpaca	1/125	1/220
Orfraie, pigeon, dinde, canard	1/75	1/100
Poulet	1/80	1/100
Paon, oie, corbeau, moineau, chardonneret	1/86	1/100
Mésange	1/100	1/150
Tortue terrestre	1/48	1/77
Vipère	1/60	1/100
Orvet	1/66	1/115

Digitized by Google

	Grand diamètre.	Petit diamètre.
Couleuvre	1/50	1/100
Lézard gris	1/66	1/110
Salamandre	1/30	1/55
Grenouille commune	1/45	1/75
Lotte, véron, dormille	1/75	1/125

Quand le sang circule dans les vaisseaux, les corpuscules du sang paraissent simples et homogènes; mais dès qu'ils sont sortis au dehors de la veine, on aperçoit une tache centrale, et l'on voit sur leurs deux faces un bombement qui y correspond : c'est ce qu'on appelle le *noyau* du globule sanguin.

Au point de vue de la constitution physique, le globule du sang est composé d'une enveloppe extérieure qui renferme le noyau, d'une substance albumineuse (hématocristalline) et de la matière colorante.

Lorsque les globules du sang sont conservés dans le sérum ou dans un liquide albumineux, ils ne s'altèrent que très lentement; mais si l'on ajoute de l'eau, il se produit un phénomène d'endosmose en vertu duquel l'eau, pénétrant dans l'enveloppe du globule, le distend et donne au corpuscule une forme sphérique. Dans cet état, on voit que le noyau intérieur devient de plus en plus apparent à mesure que l'enveloppe pâlit et que la matière colorante se répand dans le liquide.

Par suite d'un phénomène d'endosmose, analogue à celui qui vient d'être signalé, les globules peuvent perdre, pendant la circulation du sang, une certaine quantité de liquide qui est remplacé par la *liquor sanguinis*. Aussi leur densité est-elle très variable; elle augmente lorsque les globules perdent une partie des sels solubles ou de la matière albumineuse qu'ils renferment, ou bien quand la liqueur absorbée est moins aqueuse que celle qui se trouvait dans leur intérieur. La densité des globules diminue au contraire lorsque la proportion des matières grasses qu'ils contiennent augmente, ou bien quand ils absorbent de l'eau provenant d'une dilution artificielle du sang.

Examen chimique des globules du sang.

Globules rouges. — L'enveloppe et le noyau du globule rouge du sang se dissolvent en entier dans les alcalis caustiques, tels que la potasse, la chaux, l'ammoniaque, la soude; l'enveloppe seule du globule est dissoute par l'eau, par les acides phosphorique, oxalique, citrique, acétique. Ce dernier acide finit cependant par dissoudre le noyau si l'on élève la température à 30°. Les globules ne sont pas dissous, mais au contraire crispés et racornis par les acides sulfurique, azotique, par l'alun et le chlore. Enfin ils se conservent sans se dissoudre et sans s'altérer sensiblement dans l'eau albumineuse, l'eau sucrée et l'eau gommée, dans les

Digitized by Google

acides borique, carbonique, dans l'azotate et le sulfate de potasse, dans l'azotate et le sulfate de soude, dans le chlorure de sodium, etc.

L'oxygène, qui rougit fortement le sang, et l'acide carbonique, qui fait passer au rouge brun le sang rougi par l'oxygène, agissent probablement, le premier en dilatant les globules, le second en les contractant.

Les globules ne traversent pas les filtres de papier sur lesquels on jette le sang, lorsque ce liquide est additionné de sulfate de soude ou d'azotate de potasse. On s'est servi de cette propriété dans l'analyse, pour séparer les globules du sang et pouvoir les doser par une simple pesée. Le dosage des globules par cette méthode doit être exécuté rapidement, car peu de temps après l'addition des sels alcalins, les globules se rassemblent en grumeaux, deviennent d'un rouge foncé et traversent ensuite le filtre.

L'oxygène retarde le passage des globules au travers du papier.

Membrane enveloppant les globules. — L'enveloppe des globules est d'un blanc grisâtre et insoluble dans l'eau chargée d'azotate de potasse. L'acide acétique et les dissolutions alcalines étendues la convertissent en une gelée incolore. Elle présente avec les acides azotique et chlorhydrique les caractères des substances albumineuses.

L'hématocristalline, extraite comme il a été dit précédemment, renferme toujours des fragments de la membrane enveloppante des globules, que l'on peut isoler en lavant l'hématocristalline avec de l'alcool, jusqu'à ce que l'alcool de lavage ne précipite plus par l'azotate d'argent, et en épuisant le résidu de ce traitement par l'éther, qui dissout seulement l'hématocristalline.

Matières grasses contenues dans les globules. — Les globules colorés du sang renferment de 18 à 26 pour 100 de substances grasses qui sont de l'oléine, de la margarine, de la cholestérine, des oléates, des margarates et des phosphoglycérates de potasse.

Ces diverses matières grasses se rencontrent en plus forte proportion dans les globules du sang artériel que dans ceux du sang veineux.

Substance albuminoïde des globules. — La matière albumineuse que renferment les globules a été nommée *hématocristalline*. Ses propriétés ont déjà été examinées.

Les globules contiennent de 18 à 26 pour 100 d'hématocristalline.

Matière colorante du sang. — La matière colorante du sang a reçu le nom d'*hématosine*. Sa dissolution, mêlée à des corps albumineux, prend par l'agitation, au contact de l'oxygène, une teinte rouge qui se rapproche de celle du sang artériel, mais qui se modifie rapidement; on peut l'évaporer au-dessous de 50° sans qu'elle se modifie; elle laisse alors pour résidu une masse noire, susceptible de se pulvériser, et qui peut être maintenue pendant plusieurs heures à 100°, sans perdre sa solubilité dans l'eau. La dissolution d'hématosine, portée à la température de 75°,

Digitized by Google

se coagule à la manière du sérum; si elle est très concentrée, le liquide coloré qui surnage le coagulum, séparé de ce dernier, se coagule à son tour.

Le chlore décolore la dissolution d'hématosine; l'alcool la coagule comme la chaleur; les acides agissent de la même manière; les acides et les alcalis se combinent avec elle.

La dissolution de l'hématosine dans l'alcool ammoniacal, évaporée au bain-marie, donne une masse d'un rouge noirâtre, ayant l'aspect métallique.

L'hématosine a pour formule $C^{44}H^{21}Az^{3}O^{6}Fe$; elle est insoluble, soit à chaud soit à froid, dans l'eau, l'alcool, l'éther, les huiles grasses ou volatiles; cependant elle se dissout à chaud dans l'essence de térébenthine et l'huile d'olive.

L'eau, l'alcool, contenant une très petite quantité d'ammoniaque, de potasse ou de soude caustique, donnent avec l'hématosine des dissolutions d'un rouge de sang; un excès d'alcali modifie à chaud l'hématosine; l'alcool faible, chargé de sulfate de soude, dissout la matière colorante du sang. L'acide azotique détruit l'hématosine à chaud; elle donne, par la distillation sèche, les mêmes produits que les matières azotées. Quand elle est parfaitement pure, elle ne laisse d'autres cendres que le peroxyde de fer.

ORIGINE DE L'HÉMATOSINE.	OXYDE DE FER en centièmes.	FER en centièmes.	NOMS des observateurs.
Sang humain	10,00	6,93	Lecanu.
Sang de bœuf	12,85	8,90	Lecanu.
	11,50	7,97	F. Simon.
Sang artériel de bœuf	9,60	6,66	Mülder.
Sang veineux de bœuf	9,62	6,75	Mülder.
Sang de mouton	9,30	6,45	Mülder.
Sang de poule	8,34	5,78	Lecanu.

M. F. Simon a retiré du sang une matière colorante qu'il a appelée *hémaphœine*, et qui est soluble dans l'eau et dans l'éther.

M. Sanson en a retiré une matière colorante bleue, l'*hémacyanine*, insoluble dans l'alcool, l'éther et l'eau froide, soluble dans l'alcool bouillant.

Dans des circonstances encore mal déterminées, l'hématosine du sang épanché perd son fer, s'assimile 1 équivalent d'eau, et se convertit en une matière cristalline de couleur rouge, qui a été nommée *hématoïdine* (M. Robin).

Digitized by Google

Pour obtenir l'hématosine, on prend du sang parfaitement défibriné par le battage, et l'on y ajoute peu à peu de l'acide sulfurique étendu, jusqu'à ce qu'il se prenne en une bouillie épaisse, brunâtre. Cette masse est délayée dans un peu d'alcool et jetée sur une toile pour la laisser égoutter ; on la soumet ensuite à l'action de la presse. Le gâteau brun qu'on obtient est repris par de l'alcool acidulé par l'acide sulfurique. On continue ce traitement aussi longtemps que les liqueurs se colorent. L'alcool dissout la matière colorante, et laisse un résidu presque incolore. Les teintures alcooliques filtrées sont sursaturées par de l'ammoniaque, filtrées de nouveau, puis évaporées à siccité. Le résidu desséché se compose d'hématosine, de sels, de matières grasses, et d'un peu de matière extractive dont on le débarrasse en le pulvérisant et en le traitant successivement par de l'éther, de l'alcool et de l'eau. Le résidu constitue déjà la matière colorante presque pure ; on le reprend par de l'alcool ammoniacal, on filtre et l'on évapore à siccité ; le résidu est enfin lavé à l'eau pure et desséché à une température peu élevée.

Globules incolores. — Les corpuscules *incolores* du sang chez l'homme et les mammifères sont en très petite quantité. Ce sont des globules ronds, pâles, grenus, un peu plus gros que les globules colorés. Ils ont un noyau simple ou composé qui souvent n'est visible qu'après l'action de l'eau ou de l'acide acétique. Comme pour les globules colorés du sang, l'acide acétique dissout l'enveloppe des globules incolores, après l'avoir d'abord ramollie et rendue lisse et transparente. Les noyaux sont au contraire insolubles dans l'acide acétique.

Les globules blancs ou incolores du sang diffèrent des globules colorés ordinaires : 1° parce qu'ils sont ronds et non aplatis ; 2° parce qu'ils sont plus gros ; 3° parce qu'ils sont finement granulés à leur surface ; 4° par leur noyau, qui est simple ou composé de deux ou trois granules dont les plus gros présentent au milieu une dépression qui produit l'apparence d'une tache obscure. Il y a, du reste, beaucoup d'analogie entre les globules du sang et les corpuscules bien développés de la lymphe.

Coagulation du sang.

Lorsque le sang a été extrait des vaisseaux vivants et qu'il est laissé en repos, il subit bientôt un changement en vertu duquel il se sépare en un liquide limpide jaune verdâtre et en une masse solide rougeâtre qui emprisonne les globules sanguins. Ce changement constitue le phénomène de la coagulation du sang. La partie solidifiée compose le *caillot* sanguin, et la portion restée liquide est désignée sous le nom de *sérum*.

La coagulation du sang commence à s'effectuer plus ou moins longtemps après sa sortie de la veine. C'est habituellement au bout de cinq à dix minutes que la coagulation du sang commence, et c'est au bout de

Digitized by Google

huit à douze heures qu'elle est terminée. Quand on examine avec soin le phénomène de la coagulation, voici ce qu'on observe : d'abord le sang devient épais et de la consistance d'une gelée molle ; puis, à la surface de ce sang, on voit suinter ordinairement par gouttelettes un liquide clair citrin, le sérum, qui est comme exprimé de la masse du caillot.

Sérum. — Le sérum est un liquide légèrement visqueux, d'une couleur jaune verdâtre ou jaune rouge, due, suivant quelques auteurs, à de petites quantités d'hématosine et de pigment biliaire tenus en dissolution. Pendant la digestion, le sérum contracte une apparence laiteuse provenant des particules de graisse qui y sont apportées par le chyle. Le sérum présente une saveur salée, fade. Sa pesanteur spécifique varie entre 1,027 et 1,029. Il tient en dissolution de l'albumine et des sels, et il réagit constamment à la manière des alcalis sur le papier de tournesol. Lorsqu'on le chauffe jusqu'à 76°, il se coagule sans laisser dégager de gaz.

Le sérum de l'homme contient :

Eau	90,59
Albumine	8,00
Extrait de viande et lactate de soude	0,40
Chlorure de sodium	0,60
Albumine modifiée, carbonates et phosphates alcalins	0,41
	100,00

(BERZELIUS.)

Eau	90,60	90,10
Albumine	7,80	8,12
Matières extractives	0,38	0,46
Matières grasses	0,22	0,34
Chlorures de potassium et de sodium	0,60	0,55
Carbonate, Phosphate, Sulfate de soude	0,21	0,20
Carbonate, Phosphate de chaux et de magnésie	0,09	0,09
Perte	0,10	0,14
	100,00	100,00

(LECANU.)

Digitized by Google

Eau	90,00
Albumine	7,60
Chlorures de potassium et de sodium	0,60
Matières muco-extractives	0,40
Carbonate de soude	0,65
Sulfate de potasse	0,35
Phosphates terreux	0,40
	100,00

(M. MARCET.)

Séroline. — La séroline est une matière blanche et légèrement nacrée qui se précipite par le refroidissement de la décoction alcoolique du sérum desséché. Elle a été découverte par M. F. Boudet. Elle fond à 36°, ne fait point émulsion avec l'eau froide, et se transforme par l'action de la chaleur en une huile incolore moins dense que l'eau. Elle est soluble dans l'éther, insoluble dans l'alcool froid, peu soluble dans l'alcool bouillant.

Caillot. — Le caillot est une masse rouge de la consistance d'une gelée ferme qui se laisse pénétrer par le doigt. Le caillot est constitué par une trame fibrineuse qui maintient dans ses réseaux les globules sanguins, et il est imbibé par une certaine quantité de sérum. Sa surface, exposée à l'air, est d'un rouge clair, tandis que son intérieur est d'un rouge tirant sur le brun. Il est plus pesant que le sérum et occupe ordinairement le fond du vase. Le caillot est ordinairement contracté, parce que la fibrine, en se solidifiant, éprouve une contraction; c'est à cette circonstance que sont dues l'expulsion et la séparation du sérum.

La fibrine et les corpuscules sanguins se trouvent distribués d'une manière inverse aux différentes hauteurs du caillot sanguin. Ainsi les parties inférieures du caillot sont très riches en globules et très pauvres en fibrine; les parties supérieures, au contraire, sont très riches en fibrine et très pauvres en globules. Cette disposition dans ces deux éléments s'explique très bien par leur densité respective. Avant la coagulation du sang, la fibrine, à cause de sa densité moindre, tend à monter à la surface, tandis que les globules, à cause de leur pesanteur spécifique beaucoup plus grande, tendent à descendre au fond du vase. La solidification du caillot arrive et surprend la fibrine et les globules se dirigeant en sens opposé. Il peut arriver même que les corpuscules sanguins s'abaissent avant la coagulation et qu'une couche plus ou moins épaisse de fibrine se coagule à la surface sans en emprisonner aucun. Dans ce cas, qui peut dépendre de ce que la fibrine monte plus vite ou de ce que les globules descendent plus rapidement, il se forme à la surface du caillot une pellicule plus ou moins épaisse, dépourvue de globules, à laquelle on donne le nom de *couenne* du sang.

Digitized by Google

La forme des vases dans lesquels s'opère la coagulation du sang influe sur la production de la couenne : on a reconnu qu'un vase haut et étroit est favorable à la formation de cette pellicule.

Le nombre des globules exerce aussi une certaine influence sur la production de la couenne : plus un sang est riche en globules, plus il donne de couenne.

La proportion en poids du sérum et du caillot présente de nombreuses différences qui tiennent soit à des états particuliers de l'organisme, soit à ce que la fibrine se contracte plus ou moins énergiquement, et qu'elle chasse hors de ses mailles des quantités plus ou moins considérables de sérum. Toutefois le sérum constitue à peu près les trois quarts du poids du sang, tandis que le caillot, encore humide et non exprimé, forme un quart de ce poids. (Berzelius.)

La quantité du caillot varie, en général, de 68,349 à 148,450 sur 1000 parties de sang : elle est en moyenne 108,399. Elle varie chez les hommes de 115,850 à 148,450; chez les femmes, de 68,349 à 127,990. Le sang des hommes contient donc environ 32,980 plus de principes constituants du caillot que celui des femmes. La quantité du caillot ne paraît pas augmenter proportionnellement avec l'âge, du moins de vingt à soixante ans. Elle est plus considérable chez les tempéraments sanguins que chez les lymphatiques. La proportion du caillot dans 1000 parties de sang a pu varier de 121,720 à 129,563 chez quatre femmes sanguines, et de 92,670 à 129,990 chez cinq femmes lymphatiques; ce qui donne pour moyenne, chez les premières, 126,174; chez les autres, 117,300 : différence, 8,874. Chez les hommes, la proportion du caillot dans 1000 parties de sang varie de 121,540 à 148,450 chez cinq hommes sanguins, de 115,850 à 117,484 chez deux hommes lymphatiques.

Le sang de tous les animaux ne se coagule pas également bien : il est établi que de tous les sangs celui des oiseaux se coagule avec le plus de rapidité, tandis que celui des poissons et des reptiles se coagule avec une très grande lenteur. Il en serait de même du sang des animaux hibernants pendant leur sommeil. Chez les animaux invertébrés, la coagulation est très imparfaite ; elle est niée même par quelques auteurs.

Circonstances qui influent sur la coagulation du sang. — La cause qui détermine le sang à se coaguler est inconnue. Cette coagulation a lieu dans un vase exposé à l'air ou placé dans le vide sous la machine pneumatique. Elle s'effectue également dans l'oxygène, l'acide carbonique et l'hydrogène. Cependant nous devons mentionner un certain nombre de causes dont les unes retardent et les autres accélèrent la coagulation du sang.

Le battage accélère la coagulation de la fibrine, qui est empêchée, au contraire, par le sulfate de soude, le chlorure de sodium, l'azotate de potasse, le chlorure de potassium, l'acétate de potasse, le borax, pourvu

Digitized by Google

que l'on ajoute ces substances dans la proportion de 30 grammes pour 180 grammes de sang (Hewson, Schultz et Hambruger). Les carbonates et les acétates empêchent la coagulation, quel que soit leur degré de concentration, tandis que les sulfates en solution concentrée retardent la coagulation et la favorisent à l'état de solution diluée. La même chose paraît avoir lieu pour les tartrates et les borates (Hambruger). Les acides minéraux dilués empêchent la coagulation du sang en même temps qu'ils l'épaississent et lui donnent une apparence huileuse (Magendie, Simon). Les azotates de strychnine, de morphine et la nicotine empêchent également la coagulation du sang (Magendie). Une solution d'opium produit le même effet (Hunter).

La chaleur accélère la coagulation du sang. Le froid la retarde et l'arrête dans certains cas. C'est ainsi que du sang venant d'être extrait de la veine et exposé à un grand froid, gèle sans se coaguler, puis redevient liquide à la chaleur et se coagule alors, comme le ferait du sang frais. La chaleur est donc nécessaire pour opérer la coagulation. Une température de 38° à 40°, égale à celle du corps vivant, est celle qui est la plus favorable (M. Hewson).

La coagulation du sang est encore retardée par son contact avec les membranes ou parties animales, et c'est par cette cause qu'on explique que le sang infiltré dans le tissu cellulaire reste fluide très longtemps, et quelquefois plusieurs semaines avant de se coaguler.

La coagulation du sang devient plus prompte sous l'influence d'un courant galvanique. Par un air sec, la coagulation est plus rapide que par un temps humide, sans doute parce que l'évaporation de l'eau du sang le rend plus coagulable. C'est par la même cause qu'il faut expliquer l'assertion de Scudamore, qui dit que la coagulation est plus rapide dans le vide de la machine pneumatique. Une dissolution de gomme, de sucre ou d'amidon accélère la coagulation (Magendie et Hambruger). Les décoctions de digitale, de tabac, l'éther et l'alcool produisent le même résultat.

Le sang ne se coagule pas chez les personnes frappées de la foudre ou mortes par asphyxie, tandis qu'il se solidifie rapidement chez celles qui ont été mordues par des vipères ou qui sont atteintes de la peste.

MÉTHODES D'ANALYSE DU SANG.

Indépendamment des trois gaz de l'air, savoir : l'oxygène, l'azote et l'acide carbonique, le sang contient un grand nombre de principes chimiques, qui sont :

1° De l'eau ;

Digitized by Google

2° Des globules composés d'une membrane albumineuse, d'hématocristalline, d'hématosine et de fer;

3° De la fibrine;

4° De l'albumine;

5° Des matières extractives de nature mal déterminée;

6° Des matières grasses qui sont : la *séroline*, la *cholestérine*, les acides oléique et margarique, combinés avec la soude ou à l'état de savon;

7° De la soude libre;

8° Des sels solubles, tels que du *chlorure de sodium* en grande quantité, des *phosphates*, *sulfates* et *carbonates de soude, de potasse*, etc.; de plus, quelques sels insolubles, tels que des *phosphates de chaux et de magnésie* et peut-être des traces de *silice*.

Nous devons dire que la science est loin encore d'offrir une précision suffisante en ce qui regarde l'analyse quantitative du sang. Nous donnerons néamoins le procédé le plus employé.

Le sang, comme nous l'avons vu, se coagule spontanément par l'exposition à l'air et se sépare en deux parties : le caillot et le sérum.

Le sérum contient l'albumine du sang et les matières solubles.

Le caillot contient la portion insoluble du sang : la fibrine et les globules qui retiennent un peu de sérum.

Pour obtenir la fibrine, on bat le sang, soit avec un balai, soit avec la main; la fibrine se rassemble, on la jette sur une toile serrée, on la lave jusqu'à ce qu'elle soit parfaitement blanche; on la dessèche à l'étuve et ensuite au bain-marie jusqu'à ce que son poids ne varie plus.

Si l'on prend ensuite le sang frais et privé de fibrine, en le délayant avec trois ou quatre fois son volume d'une solution saturée de sulfate de soude, puis filtrant, les globules resteront sur le filtre; on lave rapidement les globules avec une solution de sulfate de soude, en faisant passer à travers le liquide qui est sur le filtre un courant d'air constant et rapide : sans cette précaution, les globules s'altéreraient et traverseraient le filtre.

Les globules ainsi lavés, séchés dans le vide sur l'acide sulfurique, sont repris par l'éther et l'alcool bouillants, puis par l'eau, dans laquelle ils sont devenus insolubles et qui en sépare le sulfate de soude.

L'eau du sang se détermine par l'évaporation d'une certaine quantité de ce liquide. La quantité de sérum s'obtient en le séparant avec soin et le desséchant. Les matières minérales qui restent après l'incinération sont déterminées ensuite par les procédés ordinaires.

La méthode d'analyse précédente, quoique la plus généralement employée, ne comporte pas une grande exactitude; il est évident que la fibrine ainsi dosée doit retenir une certaine quantité de corpuscules inco-

Digitized by Google

lores et de débris d'enveloppes de globules dont le poids s'ajoute à celui de la fibrine. On conçoit encore que les globules perdent par le lavage les sels solubles qu'ils peuvent contenir et qu'on ne peut déterminer ainsi que le poids de la partie insoluble de ces globules.

On a tenté aussi d'analyser le sang par les procédés micrométriques, mais on n'a pu arriver à une exactitude rigoureuse.

Les divers essais qui ont été entrepris dans ce but ont conduit aux observations suivantes :

1° Que 1 millimètre cube de sang humain normal contient de 4 600 000 à 5 055 000 globules ;

2° Qu'en se desséchant, les globules perdent 68 pour 100 d'eau, et contiennent par conséquent 32 pour 100 de parties solides ;

3° Que 100 volumes de caillot au maximum de contraction renferment encore 20 volumes de sérum.

Composition élémentaire du sang desséché.

	D'homme.	D'anguille.	De grenouille.	De tortue.	Des invertébrés.
Carbone. . . .	52,7	52,34	52,89	53,06	45,79
Hydrogène . .	7,5	5,50	7,53	7,56	5,01
Azote.	18,6	18,71	18,58	18,35	12,73
Oxygène . . .	21,2	23,45	21,00	21,03	36,47
			(M. Scharlau.)		(M. Harless.)

Composition élémentaire du sérum desséché.

Carbone.	52,883
Hydrogène	7,540
Azote.	15,705
Oxygène.	23,872
	100,000

(Gay-Lussac et M. Thenard.)

Composition élémentaire des globules du sang.

	De femme.	De chien.		De lapin.
Carbone.	55,1	55,1	55,4	54,1
Hydrogène	7,1	7,2	7,1	7,1
Azote.	17,2	17,3	17,3	17,5
Oxygène, etc.	20,6	20,4	20,2	21,3

(M. Dumas.)

Digitized by Google

1000 parties de globules renferment :

Eau.	679,615		
Principes solides	320,385	Hématosine	16,75
		Hématocristalline	241,07
		Membrane cellulaire. . .	41,415
		Corps gras.	2,31
		Matières extractives . . .	2,60
		Substances minér. (sans le fer).	8,12
		Chlore.	1,686
		Acide sulfurique.	0,066
		Acide phosphorique. . .	1,134
		Potassium.	3,328
		Sodium	1,052
		Oxygène.	0,667
		Phosphate de chaux. . .	0,114
		Phosphate de magnésie .	0,073

(M. Lehmann.)

Digitized by Google

COMPOSITION CENTÉSIMALE DES CENDRES LAISSÉES PAR LE SANG DE DIVERS ANIMAUX.

NOMS DES ANIMAUX.		HOMME.	BŒUF.	VEAU.	LIÈVRE.	MOUTON.	MOUCHE.
Partie soluble.	Phosphate de soude	22,100	16,769	30,180	28,655	13,296	»
	Chlorure de potassium	4,116	»	52,650	50,324	66,570	»
	Chlorure de sodium	54,469	59,340				12,64
	Sulfate de potasse	»	»	»	»	»	
	Sulfate de soude	2,461	3,855	2,936	3,721	5,385	»
	Phosphate de potasse bibasique	»	»	»	»	»	33,70
	Chlorure de calcium	»	6,120	»	»	»	»
	Silicate de potasse	»	»	»	»	»	»
Poids de la partie soluble des cendres		83,146	87,084	85,766	82,700	85,251	46,34
Partie insoluble.	Carbonates terreux	»	»	»	»	»	
	Phosphate de chaux	3,636	4,190	3,490	16,509	13,920	53,66
	Phosphate de magnésie	0,769					
	Phosphate de fer	10,710	8,277	9,277			
	Oxyde de fer						
	Sulfate de chaux	»	1,449P	»	»	0,829P	»
Poids de la partie insoluble des cendres		15,115	13,916 (M. Enderlin.)	12.767	16,509 (M. Enderlin.)	14,749 (M. Enderlin.)	53,66 (M. Enderlin.)

NOTA. — La lettre P placée au-dessus des nombres indique que les pertes totales faites dans l'analyse ont été ajoutées à ces nombres.

Digitized by Google

ANALYSE IMMÉDIATE DU SANG.

Les notions physiologiques les plus simples doivent faire supposer que le sang n'est point un liquide chimiquement identique dans toutes les parties du corps. Toutefois, comme on va le voir, cette remarque est relative seulement au sang veineux, et elle ne saurait être appliquée au sang artériel. En effet, le sang artériel qui sort des poumons passe dans le côté gauche du cœur et circule dans le système aortique pour aller se rendre à tous les tissus et à tous les organes du corps. Dans ce trajet, il n'est soumis à aucune cause capable de changer sa composition ; c'est seulement en traversant les tissus capillaires de chaque organe qu'il se modifie et devient veineux, comme on le dit. Or il est évident que cette dénomination ne saurait exprimer un changement physique qui serait partout le même, et il est clair que le sang veineux qui a traversé le rein après avoir fourni les matériaux de l'urine doit différer du sang veineux qui a traversé le pancréas après avoir fourni les éléments du suc pancréatique, etc. Cette diversité de composition des sangs veineux est une chose aujourd'hui parfaitement prouvée par les analyses. Cependant, comme pour étudier le sang de l'homme il faut toujours se reporter à l'examen chimique du sang extrait des veines du bras, nous donnerons d'abord la composition du sang veineux de l'homme, et plus tard nous exposerons les résultats qu'on a obtenus en analysant comparativement les différents sangs veineux chez les animaux.

Le sang veineux de l'homme en santé contient :

Sérum.	870
Caillot.	130
	1000

Chacune de ces deux parties constitutives du sang présente la composition suivante :

Digitized by Google

Caillot.	Fibrine		3	130
	Globules	Hématosine	2	
		Matières albumineuses	125	
Sérum.	Eau			790
	Albumine			70
	Oxygène			10
	Azote			
	Acide carbonique			
	Matières extractives			
	Graisse phosphorée			
	Cholestérine			
	Séroline			
	Acide oléique			
	Acide margarique			
	Chlorure de sodium			
	Chlorure de potassium			
	Chlorhydrate d'ammoniaque			
	Carbonate de soude			
	Carbonate de chaux			
	Carbonate de magnésie			
	Phosphate de chaux			
	Phosphate de soude			
	Phosphate de magnésie			
	Sulfate de potasse			
	Lactate de soude			
	Sels à acides gras fixes			
	Sels à acides gras volatils			
	Matière colorante jaune			
				1000

(M. Dumas.)

Le sang de l'homme et celui de la femme, dans l'état de santé et dans l'âge moyen de la vie, offrent les différences suivantes.

La densité du sang défibriné est :

Chez la femme	1,057
Chez l'homme	1,060

La densité du sérum est :

Chez la femme	1,027
Chez l'homme	1,028

Digitized by Google

COMPOSITION MOYENNE DU SANG VEINEUX DES DEUX SEXES.

	Homme.	Femme.
Eau	780,0	791,00
Globules	140,0	127,00
Albumine	69,0	70,00
Fibrine	2,2	2,20
Matières extractives et sels	6,8	7,40
Séroline	0,02	0,02
Matière grasse phosphorée	0,49	0,46
Cholestérine	0,09	0,07
Savon	1,00	1,05
Perte	0,40	0,80
Sang	1000,00	1000,00

Sels donnés par la calcination de 1000 *grammes de ce sang.*

Chlorure de sodium	3,10	3,90
Sels solubles	2,50	2,90
Phosphates	0,330	0,354
Fer	0,565	0,541
	6,495	7,695

(MM. Becquerel et Rodier.)

La composition du sang offre également quelques différences dans les âges extrêmes de la vie.

Chez le fœtus, le sang a la même composition que le sang placentaire, qui est formé de :

Eau	70,15
Fibrine	0,20
Albumine	5,00
Globules	22,40
Sels, matières extractives, etc.	2,25
	100,00

(M. Denis.)

On a constaté aussi que chez l'enfant nouveau-né, depuis deux semaines jusqu'à cinq mois, la proportion d'eau augmente et la proportion de globules diminue. De cinq mois à quarante ans, la proportion d'eau diminue et la proportion de globules augmente. De quarante à soixante-dix

Digitized by Google

ans, la proportion d'eau augmente de nouveau et les globules diminuent (M. Denis).

La quantité d'albumine ne varie pas sensiblement dans le sang considéré dans l'enfance, l'âge mûr ou la jeunesse.

Le sang présente encore quelques différences, suivant la constitution et le tempérament.

Chez les individus d'un tempérament sanguin, le sang renferme une proportion plus grande de globules. Chez les individus d'un tempérament lymphatique, le sang est plus pauvre en matériaux solides et spécialement en globules : c'est ce qui ressort clairement des tableaux suivants :

ANALYSES COMPARATIVES DU SANG VEINEUX DE 10 INDIVIDUS (HOMMES).

AGE.	TEMPÉRAMENT.	QUANTITÉS de sang soumises à l'analyse.	EAU.	ALBUMINE.	SELS solubles et matières extractives	GLOBULES.
45 à 48 ans.	Sanguin.	416 gr.	780,210	71,970	14,000	133,820
26	Sec et nerveux.	417	790,900	71,560	8,870	128,670
36	Lymphatico-sanguin.	451	782,271	66,090	10,349	141,290
38 à 40	Sanguin.	430	783,890	57,890	9,770	148,450
48 à 50	Lymphatique.	454	805,263	65,133	12,120	117,484
62 à 64	Sanguin.	416	801,871	65,389	11,100	121,640
32	Bilieux.	390	785,881	64,790	10,200	139,129
26	Sanguin.	603	778,625	62,949	11,541	146,885
30 à 32	Sanguin.	625	788,323	71,061	8,928	131,688
34	Lymphatique.	668	795,870	78,270	10,010	115,850
Maximum			805,263	78,270	14,000	148,450
Minimum			778,625	57,890	8,870	115,850
Différence			26,638	20,380	5,130	32,600
Moyenne des 10 analyses			789,3104	67,5102	10,6888	132,4906

(M. LECANU.)

Digitized by Google

ANALYSES COMPARATIVES DU SANG VEINEUX DE 10 INDIVIDUS (FEMMES).

AGE.	TEMPÉRAMENT.	QUANTITÉS de sang soumis à l'analyse.	EAU.	ALBUMINE.	SELS solubles et matières extractives	GLOBULES.
53 ans.	Lymphatique.	533 gr.	790,840	71,180	7,990	129,990
38	Lymphatique.	568	827,130	69,100	11,100	92,670
34	Lymphatique.	386	801,918	59,159	9,313	129,610
25	Sanguin.	390	796,175	73,065	9,040	121,720
60	Sanguin.	528	792,561	69,082	8,703	129,654
58	Sanguin.	450	793,897	70,210	7,163	127,730
22	»	374	853,135	68,756	9,760	68,349
58	Sanguin.	532	790,394	72,796	11,220	125,590
54	Lymphatique.	398	799,432	74,740	10,509	115,319
36	Lymphatique.	508	799,230	69,125	12,645	119,000
Maximum			853,135	74,740	12,645	129,990
Minimum			790,394	59,159	7,990	68,349
Différence			72,741	15,581	4,655	61,641
Moyenne des 10 analyses			804,3712	69,7213	9,9443	115,9632

(M. LECANU.)

DES MODIFICATIONS QUE LE SANG PEUT PRÉSENTER DANS LES MALADIES.

Cette question est sans doute d'une haute importance pour la médecine. Mais, il faut le dire, elle est entourée de difficultés innombrables. Toutefois des résultats intéressants ont déjà été obtenus.

En comparant les analyses du sang de l'homme à l'état normal et à divers états pathologiques, on remarque des différences pouvant porter sur plusieurs éléments du sang. Cependant les variations notables et réellement appréciables se sont surtout fait remarquer relativement à la proportion des *globules* et de la *fibrine*.

La *fibrine* présente tantôt une augmentation, tantôt une diminution, selon les états pathologiques. Dans les inflammations ou phlegmasies, ainsi que cela a été très bien établi par MM. Andral et Gavarret, la quantité de fibrine augmente d'une manière constante et très notable. Ce résultat a été pleinement confirmé par les analyses de MM. Becquerel et Rodier. Toutefois il serait aussi nécessaire dans ces appréciations, comme l'a dit Magendie, de faire intervenir les conditions de qualité de la fibrine. En effet, en soustrayant la fibrine à des chiens, ou, ce qui revient

Digitized by Google

au même, en leur faisant subir des saignées souvent répétées, on voit la quantité de fibrine augmenter dans leur sang. Mais cette fibrine n'offre pas les mêmes propriétés qu'à l'état normal. Elle est molle, peu élastique, semblable à du papier mâché ; on sait que dans cet état la fibrine se dissout dans l'eau tiède en vingt-quatre à trente-six heures, et que cette dissolution offre alors les caractères chimiques d'une dissolution albumineuse. Ce sont ces observations qui ont conduit à donner à cette modification de la fibrine le nom de *pseudo-fibrine* (Magendie et Fremy).

Dans certaines maladies graves, telles que la fièvre typhoïde, le scorbut, etc., la fibrine diminue dans le sang ; la même chose arrive dans les fièvres intermittentes (MM. Becquerel et Rodier).

L'*albumine* du sang diminue considérablement dans la maladie de Bright et dans certaines maladies du cœur compliquées d'hydropisie.

Les *globules* diminuent dans la chlorose, dans les pertes de sang, dans la diète, la fièvre. Dans la pléthore, le rapport de cet élément du sang ne serait pas modifié (MM. Becquerel et Rodier).

Indépendamment des modifications pathologiques que nous venons de signaler dans le sang, il peut arriver que ce fluide contienne des produits accidentels qui, à l'état normal, sont éliminés par un organe excréteur. C'est ainsi que dans les rétentions d'urine, dans l'absence de l'excrétion urinaire, comme dans certains cas de choléra, on a trouvé de l'urée dans le sang (M. Marchand). Dans l'ictère, avec rétention de bile et décoloration des évacuations, on trouve dans le sang une proportion considérable de cholestérine (MM. Becquerel et Rodier).

Nous ne parlerons pas des substances toxiques ou médicamenteuses qui peuvent se rencontrer accidentellement dans le sang.

Digitized by Google

COMPOSITION DU SANG DANS LES MALADIES, D'APRÈS MM. BECQUEREL ET RODIER.

		Densité du sang défibriné	Densité du sérum.	Matières organiques de 1000 parties de sang.										Composition des cendres de 1000 parties de sang.			
				Eau.	Globules.	Albumine.	Fibrine.	Matières extractives et sels.	Matières grasses.	Séroline.	Matière phosphorée.	Cholestérine.	Savon.	Chlorure de sodium.	Sels solubles.	Phosphates.	Fer.
Pléthore	hommes.	1,059	1,029	780,4	138	72,3	2,4	6,3	1,55	variable	0,483	0,088	1,014	3,7	2,9	0,341	0,547
	femmes.	1,058	1,028	784,0	131,5	75,1	2,1	5,8	2,150		0,673	0,114	0,138	3,5	2,8	0,334	0,544
Phlegmasies	hommes.	1,056	1,027	791,5	128	66	5,8	7	1,724	0,020	0,602	0,136	0,984	3,1	2,4	0,448	0,490
	femmes.	1,054	1,026	801	118,6	65,5	5,7	7,2	1,669	0,024	0,601	0,130	0,914	3,0	2,7	0,344	0,480
Fièvre typhoïde		1,054	1,025	799	127,4	64,8	2,8	6,3	1,773	variable	0,471	0,089	1,093	2,9	2,5	0,497	0,555
Fièvre éphémère		1,056	1,025	781,7	142,4	65,7	2,8	5,8	1,770	variable	0,565	0,112	1,005	2,7	2,8	0,321	0,569
Pleurésie		1,055	1,026	798,6	120,4	65,4	6,1	7,6	1,905	variable	0,703	0,182	1,020	3,0	2,0	0,478	0,461
Pneumonie		1,052	1,025	801	122,5	61,1	7,4	6,4	1,687	variable	0,504	0,101	1,062	2,8	2,7	0,308	0,493
Bronchite aiguë	hommes.	1,056	1,027	793,7	129,2	64,9	4,8	5,8	1,621	variable	0,479	0,169	0,952	3,2	2,9	0,346	0,513
	femmes.	1,056	1,027	803,4	115,3	68,8	3,5	7,3	1,751		0,600	0,072	1,059	3,3	2,8	0,309	0,479
Rhumatismes aigus		1,055	1,025	789,9	118,7	66,9	5,8	8,1	1,647	variable	0,479	0,147	1,000	3,5	2,5	0,445	0,452
Chlorose		1,045	1,028	828,2	86	72,1	3,4	8,8	1,503	variable	0,541	0,054	0,888	3,1	2,3	0,441	0,319
Tubercules pulmonaires	hommes.	1,056	1,028	794,8	125	66,2	4,8	7,7	1,554	variable	0,591	0,034	0,809	3,3	2,7	0,493	0,489
	femmes.	1,055	1,028	796,8	119,4	70,5	4	7,6	1,729		0,601	0,082	1,011	3,1	2,5	0,302	0,484
Syphilis constitutionnelle		1,060	1,028	777	138,1	71,8	2,23	9,3	1,820	0,027	0,640	0,115	0,972	3,4	2,7	0,282	0,566

Digitized by Google

COMPOSITION DU SANG DANS DIVERSES MALADIES. (M. HERMANN.)

PRINCIPES élémentaires.	PNEUMONIE. Affection. 1re saignée.	PNEUMONIE. Pneumonie chronique. 2e saignée.	PHTHISIE tuberculeuse.	TYPHUS.	FIÈVRE TYPHOÏDE. 2e jour de maladie.	FIÈVRE TYPHOÏDE. 5e jour de maladie.	TYPHUS. Veine temporale.	TYPHUS. Veine cave inférieure.
Carbone . .	57,428	52,280	53,734	54,954	54,184	50,901	»	49,281
Hydrogène.	8,615	»	7,451	8,542	8,493	8,925	»	7,217
Cendres . .	4,356	4,081	4,026	3,901	3,108	3,209	74,02	3,509

MALADIES DANS LESQUELLES LA FIBRINE AUGMENTE. (ANDRAL ET GAVARRET.)

MALADIES.	Malades.	Saignées.	Fibrine.	Globules.	Matières solides du sérum.	Eau.	SÉRUM. Matières organiques.	SÉRUM. Matières inorganiques.	SÉRUM. Nombre des saignées dans lesquelles on a dosé ces matières.
Rhumatisme articulaire aigu. .	14	43	6,8	101,6	86,1	805,5	79,3	6,8	22
Rhumatisme articulaire subaigu et chronique.	10	10	3,8	108,2	95,3	792,7	89,0	6,3	7
Pneumonie.	21	58	7,8	113,0	81,5	797,7	75,0	6,5	42
Bronchite capillaire aiguë . . .	6	9	6,6	123,9	76,6	792,9	69,7	6,9	3
Bronchite chronique avec emphysème pulmonaire.	4	5	3,0	121,2	83,0	792,8	76,3	6,7	3
Pleurésie.	12	15	4.8	110,5	86,3	798,4	78,9	7,4	11
Péritonite aiguë	4	8	5,0	99,0	85,2	810,8	77,7	7,5	7
Amygdalite.	4	6	5,5	105,3	91,9	797,3	85,1	6,8	5
Érysipèle.	5	8	5,9	99,2	88.2	806,7	81,6	6,6	8
Tubercules pulmonaires	21	22	4,4	100,5	85,4	809,7	79,0	6,4	11
Phlegmasies diverses.	»	»	5,4	111,4	97,4	785,8	»	»	»

Digitized by Google

Composition du sang de quelques scrofuleux.

Eau	816,5	820,2	820,5	821,0
Fibrine	3,0	2,8	2,4	3,0
Globules	101,0	98,0	98,0	97,0
Substances dissoutes dans le sérum	79,5	79,0	79,1	79,0
	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0

(M. NICHOLSON.)

Sang dans l'albuminurie.

Eau	830,59	826,89	823,46	839,70
Fibrine	7,05	3,05	5,00	3,50
Matières grasses	2,40	1,86	2,52	2,68
Albumine	103,69	109,43	97,01	63,40
Globules	40,75	41,30	54,09	71,30
Hématosine	3,81	4,38	5,10	4,91
Matières extractives et sels	12,35	13,28	12,62	11,38

(M. SIMON.)

Sang d'un ictérique.

Eau	815,0
Fibrine	9,5
Globules	93,9
Albumine	53,5
Sels neutres fixes au feu	4,5
Soude	1,5
Autres sels	3,0
Substances grasses neutres	6,0
Substances colorantes	14,6
	1001,5

(M. LECANU.)

Sang de scorbutique.

Eau et perte	831,1
Fibrine	4,0
Globules	86,3
Albumine	62,3
Principes solubles et non coagulables	16,3
	1000,0

(MM. CHATIN et BOUVIER.)

Digitized by Google

Sang d'un cholérique.

Eau	854,0
Albumine	133,0
Urée	1,4
Matières grasses	4,0
Chlorures de potassium et de sodium	1,6
Sulfates et chlorures	1,6
Matières extractives	4,8
	1000,0

(M. SHAUGHNESSY.)

Sang de diabétique.

Eau	681,0
Fibrine	4,4
Globules	140,2
Albumine	119,2
Matières grasses	9,0
Matières extractives	3,8
Sels	22,3
Sucre	11,2
	991,1

(M. MULLER.)

Sang épanché dans la poitrine d'un individu mort par rupture d'anévrisme.

Eau	95,00
Albumine	2,60
Matière huileuse	0,30
Chlorure de sodium	0,40
Lactate de soude et osmazôme	1,60
Matières animales précipitables par le tannin	0,10
	100,00

(VAUQUELIN et BOULLAY.)

Sang dans les affections du cœur.

Eau	821,4	880,4	807,2
Globules et fibrine	101,8	96,3	96,3
Matières solides du sérum	77,5	77,6	96,3

(M. LECANU.)

Digitized by Google

COMPOSITION DU SANG EXAMINÉ DANS LES DIFFÉRENTS VAISSEAUX PENDANT L'ÉTAT DE SANTÉ.

Analyse comparative du sang artériel et du sang veineux de l'homme.

	Sang artériel. — Sur 1000 parties.	Sang veineux. — Sur 1000 parties.
Eau	822,46	818,39
Matières solides	177,54	181,59
Fibrine	6,17	6,08
Albumine	66,03	61,37
Globules	97,46	106,05
Matières grasses	1,10	1,20
Chlorure de sodium	3,15	3,29
Sels solubles	2,10	2,19
Phosphate de chaux	0,79	0,76
Sesqui-oxyde de fer	0,63	0,58
Perte	0,11	0,09

(MM. POGGIALE et MARCHAL.)

Analyse comparative du sang artériel et du sang veineux sur le cheval, le bœuf, la brebis, le chien.

Sang du cheval. — Analyse de Simon.	Sang artériel pris dans la carotide. Sur 1000 parties.	Sang veineux pris dans la jugulaire. Sur 1000 parties.
Eau	760,084	757,351
Résidus solides	239,952	242,649
Fibrine	11,200	11,350
Graisse	1,856	2,290
Albumine	78,880	85,875
Globuline	136,148	123,698
Hématosine	4,872	5,176
Matières extractives et sels	6,960	9,178

Sang de bœuf. — Analyse d'Héring.	Sur 1000 parties. — Sang artériel.	Sur 1000 parties. — Sang veineux.
Eau	798,9	794,9
Fibrine	7,6	6,6
Albumine	26,1	25,8
Hémato-globuline	164,7	170,4
Matières extractives et sels	2,7	2,3

Digitized by Google

Sang de la brebis. — Analyse d'Héring.	Sur 1000 parties. — Sang artériel.	Sur 1000 parties. — Sang veineux.
Eau.	850,2	841,2
Fibrine.	6,1	5,3
Albumine.	33,6	26,4
Hémato-globuline.	106,1	124,4
Matières extractives et sels . .	4,0	2,7

Sang du chien. — Analyse de Denis.	Sur 1000 parties. — Sang artériel.	Sur 1000 parties. — Sang veineux.
Eau.	830,0	830,0
Fibrine.	2,5	2,4
Albumine.	57,0	58,6
Hémato-globuline.	99,0	97,0
Matières extractives et sels . .	11,0	12,0

De ces analyses, il résulte que le sang veineux donnerait toujours, chez l'homme, le cheval, le bœuf et la brebis, une plus forte proportion de résidu solide que le sang artériel. Quant à la fibrine, elle s'est montrée plus abondante dans le sang artériel chez l'homme, le bœuf et chez la brebis, tandis que l'inverse a été observée sur le cheval. La même remarque doit être faite à l'égard de l'albumine.

Chez le chien, le sang veineux et le sang artériel renfermeraient tous deux la même quantité de corps solides. Néanmoins MM. Denis et Simon s'accordent pour reconnaître que la quantité d'albumine, de matière extractive et de sels est chez le chien, comme chez les autres animaux, plus faible dans le sang artériel que dans le sang veineux.

Analyse du sang de la veine porte. — Sa composition comparée à celle du sang artériel.

Sang du cheval. — Analyse de Simon.	Sang artériel. — Sur 1000 parties.	Sang de la veine porte. — Sur 1000 parties.
Eau.	760,084	724,972
Résidus solides	239,952	257,028
Fibrine	11,200	8,370
Graisse	1,856	3,186
Albumine	78,880	92,400
Hématosine	4,827	6,600
Matières extractives et sels. .	6,960	11,880

Digitized by Google

Analyse du sang des veines hépatiques. — Sa composition comparée à celle du sang de la veine porte.

Sang du cheval.	Sang de la veine porte.	Sang des veines hépatiques.
Analyse de Simon.	Sur 1000 parties.	Sur 1000 parties.
Eau	815,000	814,000
Résidus solides	185,000	186,000
Fibrine	2,285	2,630
Graisse	1,845	1,408
Albumine	92,250	103,293
Globuline	72,690	57,134
Hématosine	3,900	3,000
Matières extractives et sels.	11,523	17,312

Nous ne faisons que signaler ces essais d'analyses différentielles des sangs entre eux, sans insister sur les résultats obtenus. En effet, laissant même de côté les difficultés que peut présenter l'analyse quantitative des matériaux du sang, nous sommes convaincus que les résultats obtenus doivent recevoir des modifications nombreuses, suivant les états physiologiques divers que peuvent offrir les animaux. De plus, pour recueillir le sang de la veine porte et des veines hépatiques, il faut suivre un procédé tout différent de celui qui a été mis en usage par Simon, parce que, ainsi que l'a démontré M. Bernard, les conditions de la circulation hépatique et intestinale se trouvent instantanément modifiées quand on ouvre largement l'abdomen des animaux.

Digitized by Google

COMPOSITION DU SANG CHEZ DIFFÉRENTS ANIMAUX. (PRÉVOST ET DUMAS.)

	100 PARTIES DE SANG.			100 PARTIES DE SÉRUM.	
	Globules.	Albumine.	Eau.	Albumine.	Eau.
Homme	12,92	8,69	78,39	10,0	90,0
Simia callitriche	14,61	7,79	77,60	9,2	90,8
Chien	12,38	6,55	81,07	7,4	92,6
Chat	12,04	8,43	79,53	9,6	90,4
Cheval	9,20	8,97	81,83	9,9	90,1
Veau	9,12	8,28	82,6	9,9	90,1
Brebis	9,35	7,72	82,93	8,5	91,5
Chèvre	10,20	8,34	81,46	9,3	90,7
Lapin	9,38	6,83	83,79	10,9	89,1
Cabiai	12,80	8,72	78,48	10,0	90,0
Corbeau	14,66	5,64	79,70	6,6	93,4
Héron	13,26	5,92	80,82	6,8	92,2
Canard	15,01	8,47	76,52	9,9	90,1
Poule	15,71	6,30	77,99	7,5	92,5
Pigeon	15,57	4,69	79,74	5,5	94,5
Truite	6,38	7,25	86,37	7,7	92,3
Lotte	4,81	6,57	88,62	6,9	93,1
Anguille	6,00	9,40	84,60	10,0	90,0
Tortue de mer	15,06	8,06	76,88	9,6	90,4
Grenouille	6,90	4,64	88,46	5,0	95,0

Digitized by Google

COMPOSITION DU SANG CHEZ LES ANIMAUX. (NASSE.)

	HOMME.	CHIEN.	CHAT.	CHEVAL.	BOEUF.	VEAU.	CHÈVRE	BREBIS.	LAPIN.	COCHON	OIE.	POULE.
Eau	798,402	790,50	810,02	804,75	799,590	826,44	839,44	827,765	817,30	768,945	814,884	793,42
Globules	116,529	123,85	113,392	117,13	121,865	102,803	85,998	92,425	170,72	145,532	121,450	144,57
Albumine	74,194	65,19	64,46	67,58	66,901	56,414	62,705	62,705		72,875	50,976	48,52
Fibrine	2,233	1.93	2,418	2,41	3,620	5,757	3,920	2,970	3,80	3,950	3,360	4,67
Graisse	1,970	2,25	2,7	1,31	2,045	1,610	0,91	1,161	1,90	1,950	2,560	2,63
Phosphate alcalin	0,823	0,730	0,607	0,844	0,468	0,957	0,402	0,395	0,637	1,362	1,135	0,945
Sulfate de soude	0,202	0,197	0,201	0,213	0,181	0,269	0,265	0,348	0,202	0,089	0,090	0,100
Carbonate alcalin	0,956	0,789	0,919	1,104	1,071	1,263	1,202	1,498	0,970	1,198	0,824	0,350
Chlorure de sodium	4,690	4,490	5,274	4,659	4,321	4,864	5,186	4,895	4,092	4,287	4,246	5,392
Oxyde de fer	0,834	0,714	0,516	0,786	0,731	0,631	0,641	0,589	»	0,782	0,812	0,743
Chaux	0,183	0,07	0,136	0,107	0,098	0,130	0,110	0,107	»	0,085	0,120	0.174
Acide phosphorique	0,201	0,208	0,263	0,123	0,123	0,109	0,129	0,113	»	0,206	0,119	6,935
Acide sulfurique	0,052	0,013	0,022	0,026	0,018	0,018	0,023	0,044	»	0,041	0,039	0,010
Magnésie	0,015	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,018	»
Silice	0,043	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,056	»

Digitized by Google

Outre les substances indiquées précédemment, on trouve dans le sang un certain nombre de principes immédiats qui y existent normalement ou accidentellement, et dont les noms sont inscrits dans le tableau suivant :

PRINCIPES IMMÉDIATS qui se trouvent normalement dans le sang.	PRINCIPES IMMÉDIATS qui se trouvent accidentellement dans le sang.
Glucose. Urée. Acide hippurique. Créatine. Créatinine. Hypoxanthine. Caséine. Acides formique, acétique et lactique ?	Acides de la bile. Acide urique. Gélatine.

Nous terminons l'étude du sang en indiquant dans un tableau l'influence que plusieurs substances alimentaires peuvent exercer sur la proportion de matière grasse contenue dans le sang :

	Quantité de sang sur laquelle on a opéré.	Sang sec obtenu.	Matière sèche pour 1 partie de sang.	Graisse obtenue.	Proportion de graisse dans le sang normal.	Nourriture consommée.
Pigeons de trois semaines.	17,3000	2,8600	0,1893	0,0360	0,0020	Amidon.
	17,340	3,270	0,194	0,097	0,005	Blanc d'œuf.
	14,950	2,860	0,191	0,065	0,004	Rien.
Pigeons d'un mois. . . .	14,315	2,580	0,180	0,071	0,004	Amidon.
	15,400	2,990	0,194	0,085	0,005	Blanc d'œuf.
	14,435	2,830	0,196	0,094	0,005	Lard.
	13,940	2,030	0,217	0,044	0,003	Rien.
	13,275	2,520	0,190	0,094	0,007	Rien.
Canards.	48,710	7,500	0,154	0,204	0,004	Amidon.
	34,260	6,270	0,182	0,152	0,004	Blanc d'œuf, gélatine.
	37,550	8,105	0,215	0,277	0,004	Noix.
	33,570	5,020	0,179	0,144	0,003	Rien.

(M. BOUSSINGAULT.)

Digitized by Google

DIGESTION.

La digestion est une fonction qui a pour but de faire subir aux aliments une certaine série de modifications qui les rendent aptes à passer dans le sang et à servir aux phénomènes de la nutrition.

Les changements que les aliments éprouvent dans le tube alimentaire sous l'influence des sucs intestinaux constituent les phénomènes *digestifs* proprement dits, tandis que les modifications qui leur arrivent ensuite dans le sang, au contact de l'oxygène puisé dans le poumon, constituent les phénomènes de l'*assimilation*. Nous examinerons successivement ces deux périodes de la fonction nutritive.

1° *Aliments.* — Toutes les substances qui peuvent servir d'aliments sont en général d'origine animale ou végétale. Elles ne possèdent pas ordinairement des caractères chimiques saillants et elles se distinguent par leur neutralité.

Malgré la diversité de leur origine et de leur forme physique, toutes les substances alimentaires peuvent être, au point de vue chimique et physiologique, rangées en deux classes, suivant qu'elles contiennent ou non de l'azote.

ALIMENTS SIMPLES AZOTÉS.

D'origine animale.	D'origine végétale.
Albumine.	Albumine végétale.
Fibrine.	Fibrine végétale (gluten).
Hématosine.	Émulsine, etc.
Caséine.	Caséine végétale (légumine).
Gélatine.	Fungine, gliadine, mucine.
	Gélatine végétale (pectine).

ALIMENTS SIMPLES NON AZOTÉS.

D'origine animale.	D'origine végétale.
Sucre de lait.	Amidon.
Acide lactique.	Dextrine.
Graisses et huiles.	Sucres.
	Gommes.
	Sucs acides.
	Huiles grasses.

2° *Fluides digestifs.* — C'est en définitive sur les principes alimentaires ci-dessus mentionnés que les liquides intestinaux doivent agir successivement. Quand on observe les instincts variés des animaux qui les portent à se nourrir tantôt de substances végétales, tantôt de substances animales, et quand on examine les dispositions particulières qui affectent leur tube

Digitized by Google

intestinal, on pourrait croire qu'il existe chez eux des différences profondes dans les phénomènes digestifs. Cependant ces différences ne sont qu'apparentes et tout à fait secondaires; car chez l'homme et chez les animaux, on rencontre toujours un certain nombre de liquides sécrétés qui agissent chimiquement de la même manière sur les substances alimentaires simples.

Ces fluides intestinaux sont :

1° La salive;
2° Le suc gastrique;
3° La bile;
4° Le suc pancréatique;
5° Le suc intestinal.

SALIVE.

La salive est un fluide qui arrive à peu près continuellement dans la bouche, mais en plus grande abondance au moment de la mastication et de la déglutition des aliments. Chez l'homme, elle est fournie par six glandes qui sont : les deux parotides, les deux sous-maxillaires et les deux sublinguales; il faut y joindre encore les glandules labiales et massétérines.

Le fluide salivaire, tel qu'il est rejeté par la bouche, est composé d'un mélange de salive et de mucus. Cette salive *mixte* constitue un liquide filant, spumeux, opalin, qui, par le repos dans un verre, se sépare en deux parties : l'une supérieure, claire et liquide; l'autre inférieure, troublée par des parcelles de mucus et des débris d'épithélium. Par la filtration, on enlève les parties tenues en suspension, et alors la salive est claire comme de l'eau et présente souvent une légère teinte bleuâtre. La salive est un peu visqueuse et filante; sa pesanteur spécifique varie entre 1,004 et 1,008. Par l'ébullition, la salive filtrée se couvre d'abord d'écume en même temps qu'elle se trouble faiblement. Par le repos, il s'y forme un dépôt floconneux, le liquide devient très clair, un peu jaunâtre et cesse d'être filant entre les doigts.

Lorsque la salive coule abondamment dans la bouche, elle offre constamment une réaction alcaline. Si parfois on trouve la muqueuse buccale acide, il ne faut pas l'attribuer à une sécrétion salivaire acide, mais tout simplement à une altération spéciale du mucus buccal au contact de l'air.

La salive se mêle incomplétement à l'eau. Les acides y produisent un léger précipité, tandis que les alcalis n'y déterminent aucun trouble appréciable. Les azotates d'argent, de plomb et de mercure, le deutochlorure de mercure et l'acétate de plomb y forment des précipités abondants. L'alcool et la teinture de noix de galle produisent des précipités

Digitized by Google

moins considérables. Quand on abandonne la salive à l'air libre, elle se trouble, dépose des flocons et subit bientôt la putréfaction. A ce moment, elle répand une odeur d'abord ammoniacale, puis fétide et tout à fait spéciale.

COMPOSITION DE LA SALIVE HUMAINE A L'ÉTAT DE SANTÉ.

1° Analyse de Berzelius.

Eau	992,9
Ptyaline	2,9
Mucus	1,4
Extrait de viande avec lactates alcalins	0,9
Chlorure de sodium	1,7
Soude	0,2
	1000,0

2° Analyse de Simon.

Eau	991,225
Matériaux solides	8,775
Graisse contenant de la cholestérine	0,525
Ptyaline avec matière extractive	4,375
Matière extractive et sels	2,450
Albumine, mucus et épithélium	1,400

3° Analyse du docteur Wright.

Eau	988,1
Ptyaline	1,8
Acide gras	0,5
Chlorures de sodium et de potassium	1,4
Albumine avec soude	0,8
Lactates de potasse et de soude	0,7
Sulfocyanure de potassium	0,9
Soude	0,5
Mucus avec ptyaline	2,6

Analyse de Bostock.

Eau	80,0
Albumine coagulée	8,0
Mucus	11,0
Sels	1,0
	100,0

Digitized by Google

Analyse de Hersog.

Eau	99,40
Parties solides	0,60
Ptyaline	0,09
Graisse	0,04
Albumine et mucosités	0,30
Matières extractives et sels, chlorure de sodium, phosphate et lactate de soude	0,17

Composition des cendres de la salive.

Parties solubles	Phosphate de soude tribasique	22,122
	Chlorures de sodium et de potassium	67,930
	Sulfate de soude	2,315
		92,367
Parties insolubles	Phosphate de chaux, Phosphate de magnésie, Phosphate de fer	5,509
		97,876

4° Analyse de la salive humaine recueillie directement par le conduit de Sténon par M. C.-G. Mitscherlich.

La quantité de cette salive soumise à l'analyse était de 66gr,5. Par l'évaporation dans le vide, elle a laissé un résidu de 1gr,121, dont 0gr,281 étaient insolubles dans l'eau et l'alcool, 0gr,352 solubles dans l'eau et insolubles dans l'alcool, et enfin 0gr,192 solubles dans l'eau et l'alcool. Pour neutraliser 100 parties de cette salive parotidienne, il fallait de 0gr,196 à 0gr,223 d'acide, ce qui correspond à 0,153 et 0,174 pour 100 de soude. Par l'incinération, 100 parties de la même salive ont laissé environ 1/2 pour 100 de résidu contenant :

Chlorure de calcium	0,180
Potasse primitivement combinée à l'acide lactique	0,095
Soude probablement combinée dans la salive avec le mucus	0,164
Phosphate de chaux	0,017
Silice	0,015

MÉTHODE D'ANALYSE DE LA SALIVE.

On évapore une quantité connue de salive pour déterminer la proportion d'*eau*. Le résidu sec est traité par l'éther afin de séparer la *ma-*

Digitized by Google

tière grasse. Ce second résidu insoluble, qui a résisté à l'action de l'eau et de l'éther, constitue l'*albumine* et le *mucus*. Une autre portion de salive filtrée ou décantée ayant été concentrée par évaporation, on en précipite par l'alcool la *ptyaline* et une petite quantité de *matière extractive*. Pour déterminer la quantité de *soude libre* dans la salive, on la traite par l'alcool, puis on prend le résidu alcoolique qui renferme la *soude libre* et on le sature avec de l'acide acétique. L'acétate de soude, traité par l'alcool, évaporé et incinéré, se convertit en carbonate de soude.

La matière salivaire précipitable par l'alcool et soluble dans l'eau serait donc la *ptyaline*. Toutefois cette substance ne paraît pas présenter des propriétés constantes, ce qui tient probablement aux températures variables qu'on a fait subir à la salive pour l'évaporer, avant d'en extraire la ptyaline par l'alcool. Suivant Berzelius, qui l'a ainsi nommée, la ptyaline est une matière incolore, transparente, qui se dissout dans l'eau tiède en lui donnant un peu de viscosité et de consistance. Cette dissolution ne se trouble pas par l'ébullition, ne précipite pas par la teinture de noix de galle, par le bichlorure de mercure, le sous-acétate de plomb ni par les acides forts, caractères qui distinguent cette substance d'un grand nombre de matières animales.

M. Mialhe prépare la ptyaline en traitant la salive humaine fraîche et filtrée par 5 ou 6 fois son poids d'alcool absolu. Il se forme un léger précipité qu'on recueille sur un filtre. Cette matière ainsi obtenue et desséchée est blanche ou d'un gris blanchâtre, amorphe et soluble dans l'eau. Elle possède la propriété de transformer au bout d'un temps assez court l'amidon en dextrine et en glucose, ce qui a déterminé M. Mialhe à lui donner le nom de *diastase salivaire*.

La salive possède la propriété de se colorer en rouge par le perchlorure de fer. Treviranus, qui le premier remarqua cette réaction, l'attribua à un acide particulier qu'il appelait *acide sanguin*. Les recherches successives de Tiedemann et Gmelin, de Simon, de M. Longet, ont démontré que la propriété que possède souvent la salive de rougir par les dissolutions de fer au maximum est due à la présence du sulfocyanure de potassium.

Ce sel est en effet un des éléments constants de la salive. Il se rencontre non-seulement dans la salive mixte, mais encore dans la salive parotidienne et dans les salives sous-maxillaire et sublinguale. Sa présence caractérise en quelque sorte la sécrétion salivaire; car la sueur, l'urine, les larmes, le liquide cérébro-spinal, le sérum du sang, la sérosité des vésicatoires, le suc pancréatique, etc., n'en renferment pas. Si la salive ne rougit pas toujours au contact des sels de fer, cela tient à son état de dilution : toute salive, filtrée et suffisamment concentrée, présente la réaction caractéristique des sulfocyanures. (M. Longet.)

Digitized by Google

COMPOSITION DE LA SALIVE A L'ÉTAT MORBIDE

D'après Simon, la salive morbide contient souvent un acide libre qui est l'acide lactique et quelquefois l'acide acétique. Gmelin a examiné la salive fournie par le ptyalisme mercuriel. Elle était trouble, contenait beaucoup de graisse et très peu d'albumine. Il y découvrait nettement dans plusieurs cas des traces de mercure. Dans une analyse de salive d'un homme affecté de ptyalisme mercuriel, le docteur Wright trouva une quantité considérable de mucus, mais ne put y découvrir aucune trace de mercure. Voici sesrésultats :

Eau		988,7
Ptyaline		1,9
Acide gras		0,4
Albuminate de soude		0,6
Mucus		3,8
Lactates	de potasse	2,4
Phosphates	de soude	
	de chaux	
Chlorures	de potassium	
Sulfocyanures	de sodium	
	de calcium	

Il arrive quelquefois que les glandes salivaires ou leurs conduits renferment des concrétions ou calculs salivaires. Les dents se recouvrent aussi quelquefois à leur bord d'un dépôt auquel on donne le nom de *tartre*. Ces productions sont en général composées par un mélange de carbonates et de phosphates insolubles avec du mucus, et elles dérivent habituellement d'une altération dans la sécrétion salivaire.

Analyse du tartre des dents par Berzelius.

Ptyaline	1,0
Mucus	12,5
Phosphates terreux	79,0
Matière animale dissoute par l'acide chlorhydrique	7,5
	100,0

Analyse du tartre des dents par Vauquelin et Laugier.

Eau	7
Mucus insoluble dans l'eau et les acides	13
Phosphates de chaux, traces de magnésie	66
Carbonate de chaux	9
Matière organique dissoute dans l'acide chlorhydrique	5
	100

Digitized by Google

Les calculs salivaires existent quelquefois chez l'homme, mais on les observe plus fréquemment chez les animaux herbivores. On a surtout analysé les concrétions salivaires du cheval et de l'âne.

Analyses de calculs salivaires humains.

Phosphate neutre de chaux	94
Matière animale formée probablement de ptyaline et de mucus salivaire	4
Eau	2
	100

Analyse de M. Lassaigne.

Phosphate de chaux	3
Carbonate de chaux	84
Matière animale	9
Eau	3
Perte	1
	100

Analyse de M. Lecanu.

Phosphate de chaux	75
Carbonate de chaux	20
Matière animale et perte	5
	100

Analyses de calculs salivaires du cheval.

Carbonate de chaux	80,50
Phosphate de chaux	2,75
Matières animales solubles	8,60
Matières animales insolubles	4,40
Oxydes de fer et de manganèse	1,00
Carbonate de soude	1,75

(M. Warza.)

Carbonate de chaux	85,52
Carbonate de magnésie	7,56
Phosphate de chaux	4,40
Phosphate de magnésie	0,04
Chlorure de sodium	traces
Matière organique azotée	2,48
	100,00

(M. Henry.)

Digitized by Google

Analyse d'un calcul salivaire d'âne par M. Caventou.

Carbonate de chaux	91,6
Phosphate de chaux	4,8
Matière animale	3,6

COMPOSITION DE LA SALIVE CHEZ LES ANIMAUX.

La salive qu'on obtient chez les animaux ne provient pas ordinairement de la cavité buccale, parce qu'on l'extrait dans la plupart des cas par la division d'un conduit glandulaire. Or, M. Bernard a reconnu que les glandes salivaires fournissent des salives différentes. Ainsi, chez le chien, la salive que donne la glande sous-maxillaire par la division du canal de Wharton est un liquide gluant et filant comme du blanc d'œuf, tandis que la salive fournie par la parotide, quand on divise le canal de Sténon, est un liquide clair comme de l'eau et dépourvu de viscosité. Les analyses de la salive du cheval et de la brebis ont été faites par Gmelin et M. Lassaigne sur la salive parotidienne de ces animaux. Magendie et M. Rayer ont les premiers étudié comparativement les propriétés de la salive *mixte* du cheval. Ils l'ont obtenue en faisant manger aux chevaux du son bien lavé à l'eau distillée bouillante, puis séché. Le son, ayant été imbibé de salive *mixte* dans la cavité buccale, était ensuite recueilli par une plaie faite à l'œsophage, puis exprimé afin d'obtenir le liquide salivaire qui l'humectait. On recueille la salive mixte, chez le chien, en le faisant baver à l'aide d'une substance salivaire.

D'après Tiedemann et Gmelin, la salive du chien est plus riche en principes solides que celle de l'homme. Elle possède du reste une composition chimique entièrement semblable à celle de la salive humaine. Il en est de même pour la salive de la brebis et du cheval, d'après Tiedemann et Gmelin, MM. Leuch et Lassaigne, Simon, Magendie et M. Rayer. Toutefois Simon signale dans la salive parotidienne du cheval une certaine quantité de matière caséeuse.

PROPRIÉTÉS PHYSIOLOGIQUE ET FONCTIONS DE LA SALIVE.

La salive favorise l'opération mécanique de la mastication et de la déglutition des aliments; mais, indépendamment de cette action physique bien évidente, la salive a-t-elle encore un rôle chimique à remplir dans la digestion des matières alimentaires? Cette opinion, qui a été soutenue surtout dans ces derniers temps, a eu pour point de départ un fait découvert par M. Leuch. Cet observateur remarqua que la salive humaine, mise en contact avec de l'amidon hydraté à une température voisine de celle du corps, a la propriété de le transformer en glucose. Cette expé-

Digitized by Google

rience, répétée avec succès par Müller, Schwan, Sébastian, etc., a été reprise plus tard par M. Mialhe, qui a constaté le même fait. Seulement, il a ajouté que cette propriété de la salive résidait dans une matière organique salivaire soluble dans l'eau et précipitable par l'alcool, à laquelle il a donné le nom de *diastase salivaire*. Les expériences de M. Lassaigne, Magendie et celles de M. Bernard démontrent clairement que la salive *mixte* ou buccale possède seule cette action de transformation sur l'amidon, tandis que les salives parotidienne et sous-maxillaire, isolées ou réunies, sont totalement dépourvues de cette propriété.

En étudiant ce phénomène avec attention, il perd beaucoup de sa valeur. En effet, on voit que cette faculté de transformer l'amidon en dextrine et glucose n'est pas spéciale à la salive mixte, et qu'elle appartient à une foule d'autres liquides non digestifs. Magendie a montré que le sérum du sang avait la même action. M. Bernard a vu de son côté que les liquides pathologiques provenant des hydropisies de l'ovaire ou du péritoine, etc., transformaient l'amidon en glucose avec une grande rapidité. L'infusion des membranes muqueuses jouit également de la même propriété. Avec la salive comme avec la muqueuse, la transformation de l'amidon ne s'arrête pas à la formation du glucose, et bientôt les fermentations lactique ou butyrique se montrent. Mais la salive agit sur l'amidon comme une muqueuse au contact de l'air, et les faits qu'on observe dans ces cas ne diffèrent pas de ceux qui ont été signalés sur la formation de l'acide lactique au moyen des membranes animales. Nous ajouterons encore, pour compléter la similitude, que la salive bouillie ou devenue acide ne transforme plus l'amidon. Or, quand il s'agit du pouvoir digestif de la salive examiné sur l'animal vivant, il ne faut pas oublier cette dernière circonstance, parce que le bol alimentaire insalivé ne reste pas au contact de l'air, mais est au contraire avalé et porté dans l'estomac qui, offrant constamment une réaction acide, supprime aussitôt l'action de la salive sur l'amidon.

L'action de la salive sur l'amidon ne s'exercerait donc que dans le temps excessivement rapide de la mastication et de la déglutition. Les autres matières alimentaires grasses ou albuminoïdes n'éprouvent aucune action de la part de la salive. En résumé, d'après tous ces faits, l'action du fluide salivaire, dans les phénomènes chimiques de la digestion, doit être excessivement restreinte, quoique les aliments absorbent d'une assez grande quantité de ce liquide.

Digitized by Google

QUANTITÉS DE SALIVE ABSORBÉES PAR 100 PARTIES DE MATIÈRE ALIMENTAIRE.

	Pain tendre. — Froment.		Pain rassis. — Froment.		Bœuf bouilli.	Veau rôti.	Croûte de pâté rassis.	Biscuits de Reims.	Pommes de reinette.	Noisettes sèches.
	Mie.	Croûte.	Mie.	Croûte.						
Poids du bol alimentaire. . .	132,5	220	130	227	142,5	175	120	127,5	103,7	170,8
Salive absorbée.	32,5	120	30	127	42,5	75	20	27,5	3,7	70,8

(M. LASSAIGNE.)

SUC GASTRIQUE.

Le suc gastrique est une sécrétion spéciale de l'estomac qui existe chez tous les animaux vertébrés, et dont la production est intermittente comme les phénomènes digestifs eux-mêmes.

Débarrassé par la filtration du mucus et des débris d'épithélium qu'il entraîne, le suc gastrique est un liquide clair, limpide, d'une apparence et d'une consistance aqueuses. Il offre une odeur faible *sui generis*, qui se rapproche en général de l'odeur exhalée par l'animal. Sa saveur est salée et faiblement acide ; sa densité est un peu supérieure à celle de l'eau. La réaction du suc gastrique est constamment acide au papier de tournesol.

Exposé à une température inférieure à 0°, le fluide gastrique se congèle sans se troubler ; par l'ébullition, il se trouble légèrement. Le tannin, l'alcool, les sels métalliques, forment un précipité dans le suc gastrique.

Abandonné au contact de l'air, il ne s'altère pas quand on a eu préalablement le soin de le débarrasser du mucus avec lequel il se trouve mêlé ; il peut se conserver des mois et même des années, sans perdre ses propriétés chimiques et physiologiques.

Le suc gastrique est un liquide à réaction acide qui est composé d'*eau*, de *sels*, de *matières organiques* et d'un *acide libre*.

Eau. — La proportion d'eau est considérable, elle varie entre 98 et 99 pour 100 ; de sorte que les matériaux solides du suc gastrique n'entrent que pour 1 ou 2 pour 100 dans la composition de ce fluide.

Sels. — Le suc gastrique du chien étant incinéré, ses cendres cèdent à l'eau beaucoup de chlorures et un peu de sulfate alcalin, mais jamais de carbonates ni de phosphates alcalins. L'alcali qui s'y trouve est en grande partie de la soude. Le reste des cendres contient encore un peu de carbonate et de phosphate de chaux, quelquefois aussi du sulfate de chaux et du chlorure de calcium.

Digitized by Google

Les sucs gastriques des différents animaux, dans les conditions ordinaires, renferment les mêmes sels.

Matières organiques.—C'est à la présence des matières organiques que le suc gastrique doit ses propriétés physiologiques, et elles offrent par cela même beaucoup d'intérêt. Il existe deux sortes de matières organiques dans le fluide gastrique : 1° du *mucus;* 2° une matière animale spéciale qui est décrite par les auteurs sous les noms de *chymosine*, *pepsine* ou *gastérase*. La pepsine peut être extraite du suc gastrique par l'alcool absolu ou l'acétate de plomb. M. Payen, qui lui a donné le nom de *gastérase*, l'obtient en faisant d'abord évaporer le suc gastrique sous la machine pneumatique.

La pepsine est le principe digestif qui agit sur les matières alimentaires ; elle jouit de la propriété des ferments et elle perd tout à fait son activité, quand on la soumet à l'ébullition.

Acide libre. — La réaction acide constante du suc gastrique a toujours été attribuée à la présence d'un ou de plusieurs acides libres. M. Blondlot est le seul qui ait soutenu que l'acidité du fluide gastrique fût due au biphosphate de chaux. Le fait principal sur lequel cet observateur s'appuie pour nier l'existence d'un acide libre dans le suc gastrique, et pour y admettre seulement la présence du biphosphate de chaux, consiste en ce que le suc gastrique peut être traité par le carbonate de chaux en excès sans produire de dégagement d'acide carbonique.

MM. Bernard et Barreswil ont constaté que si les choses se passent ainsi, cela tient à la dilution excessive de l'acide du suc gastrique, d'où il suit que les petites quantités d'acide carbonique éliminé peuvent se dissoudre au fur et à mesure de leur formation. En effet, par la concentration du suc gastrique, on obtient avec la craie une effervescence manifeste. De plus, on reconnaît que le suc gastrique dissout le phosphate neutre de chaux, et l'on sait que ce sel est complétement insoluble dans le biphosphate de la même base. On peut conclure de ces expériences, que le suc gastrique doit son acidité non pas au biphosphate de chaux, mais à la présence d'un acide libre. Les recherches auxquelles MM. Bernard et Barreswil se sont livrés à ce sujet démontrent que la substance qui donne l'acidité au suc gastrique du chien est constamment de l'*acide lactique* uni à une petite proportion d'acide phosphorique. MM. Bernard et Barreswil n'ont jamais rencontré les *acides acétique* et *butyrique* signalés par Tiedemann et Gmelin dans le fluide gastrique du cheval. Quant à la présence de l'acide chlorhydrique, qui était admise par beaucoup d'auteurs, ces observateurs ne l'ont constatée que vers les derniers instants de la distillation du suc gastrique, et ils se sont assurés que cet acide était alors le produit de la décomposition des chlorures qui se trouvent dans le fluide gastrique. L'existence de l'acide

Digitized by Google

lactique libre avait déjà été indiquée par Berzelius, par MM. Chevreul, Leuret et Lassaigne.

L'acide libre qui existe dans le suc gastrique communique à ce liquide des propriétés chimiques de l'eau acidulée. En effet, le suc gastrique attaque la limaille de fer avec rapidité, décompose les carbonates et les cyanures, etc.

D'après ce qui a été dit, la composition chimique du suc gastrique normal peut être formulée de la manière suivante :

Eau		99
Sels	phosphate de chaux	1
	chlorhydrate d'ammoniaque	
	chlorure de sodium	
Matières organiques	mucus	
	matière organique spéciale	
Acide lactique libre		
		100

On ne connaît pas les variations chimiques que le suc gastrique est susceptible d'éprouver sous l'influence des différentes maladies.

PROPRIÉTÉS PHYSIOLOGIQUES DU SUC GASTRIQUE.

Le suc gastrique imbibe et hydrate toutes les matières alimentaires qui sont soumises à son action. Mais son influence digestive s'exerce exclusivement sur les matières alimentaires azotées. Si l'on met des matières grasses ou amidonnées en contact avec le suc gastrique, elles n'éprouvent aucune altération chimique, tandis que les matières albuminoïdes sont complétement modifiées ou digérées. Quand on examine ce qui se passe dans la digestion d'un morceau de fibrine ou d'albumine, on observe que d'abord la matière alimentaire est hydratée, gonflée et devient comme demi-transparente quand elle est coupée en lanières minces. Puis, après ce premier phénomène, en commence un autre en vertu duquel la substance se désagrége et se dissout. Les principes du suc gastrique qui interviennent dans cette action sont : 1° la pepsine ; 2° l'acide libre qu'il renferme.

La réaction acide constitue une propriété essentielle du suc gastrique ; on en acquiert la preuve, parce qu'en neutralisant ce fluide par un alcali ou par un carbonate alcalin, on lui fait perdre tout à fait sa faculté digestive qu'on peut lui rendre toutefois en rétablissant la réaction acide. D'un autre côté, on reconnaît aussi que l'acidité n'est qu'un des éléments de l'activité du suc gastrique ; car, en soumettant ce fluide à une température voisine de l'ébullition, il perd également sa faculté digestive, non plus par l'absence de la réaction acide qui reste la même, mais parce qu'on agit alors sur la pepsine qui, comme les ferments, est destructible par la chaleur.

Digitized by Google

Bien que dans leurs recherches sur le suc gastrique MM. Barreswil et Bernard aient trouvé que l'acide lactique était la cause constante de l'acidité du suc gastrique, ils n'ont pas conclu que cet acide était, par sa nature, doué de certaines propriétés spéciales qui le rendaient indispensable à l'action des phénomènes de la digestion. Il résulte, au contraire, des opinions de M. Blondlot et de celles de MM. Bernard et Barreswil, que si une réaction acide est indispensable pour que la propriété dissolvante du suc gastrique se manifeste, la nature de l'acide qui produit cette réaction est indifférente. C'est ainsi qu'on a pu saturer du suc gastrique de phosphate de chaux neutre, ou lui ajouter les acides acétique ou phosphorique en grand excès, et même de l'acide chlorhydrique, en quantité suffisante pour qu'il fût réellement à l'état de liberté dans le liquide, et toujours le suc gastrique a conservé ses propriétés digestives. Cette équivalence des acides, pour l'activité du suc gastrique, paraît même nécessaire ; car, par le fait même de l'alimentation, les sels les plus différents sont introduits dans l'estomac au moment de la formation du suc gastrique. On comprend que, si parmi ces sels il s'en trouvait un dont l'acide pût être déplacé par l'acide lactique, les fonctions digestives seraient infailliblement troublées, si l'acide nouveau mis en liberté ne pouvait remplacer l'acide normal de l'estomac.

En résumé, le suc gastrique est le fluide digestif spécial des matières alimentaires azotées. Les matières non azotées, amylacées ou graisseuses passent dans l'estomac sans être modifiées, et c'est ultérieurement dans l'intestin qu'elles rencontrent des fluides capables de les altérer chimiquement, ou, comme on le dit, de les digérer.

BILE.

Considérée au point de vue de sa composition, la bile offre un intérêt chimique très grand. Nous ne l'examinerons ici que comme un fluide pouvant intervenir dans les phénomènes de la digestion ou de la nutrition.

La bile est un liquide sécrété par le foie; chez l'homme et beaucoup d'animaux, elle est recueillie dans un réservoir particulier, la vésicule du fiel, d'où ensuite elle est déversée dans la partie de l'intestin qui suit immédiatement l'estomac.

La bile ainsi retirée de la vésicule du fiel constitue un liquide visqueux, filant, ordinairement coloré en vert jaunâtre chez l'homme. La bile du bœuf est d'un vert brun ; celle des poissons, des oiseaux et de la plupart des amphibies, d'un vert émeraude. Son odeur est particulière et nauséabonde ; sa saveur, d'abord amère, laisse souvent un arrière-goût douceâtre. La pesanteur spécifique de la bile du bœuf est 1,026 à 6° (M. Thenard). Versée dans l'eau, la bile gagne le fond du vase, mais par l'agitation elle se mélange avec l'eau et devient mousseuse.

Digitized by Google

Examinée au microscope, elle présente habituellement des débris d'épithélium.

La réaction de la bile est souvent alcaline et quelquefois neutre. On a observé, du reste, que ce caractère est variable, et il n'est pas rare de rencontrer la bile avec une réaction acide au papier de tournesol. C'est un fait constant chez les animaux auxquels on a pratiqué la section des nerfs pneumogastriques. Exposée à l'air, la bile s'altère et se décompose avec promptitude; elle devient d'abord fétide et passe bientôt à une décomposition complète. La bile ne se coagule que par l'ébullition. Les acides faibles ou concentrés y forment un précipité abondant.

Voici les quantités de bile sécrétées dans l'espace de vingt-quatre heures par divers animaux :

Noms des animaux.	Quantités de bile sécrétées dans l'espace de vingt-quatre heures.	
Chien	20gr,0 renfermant	1gr,0 de matières solides.
Chat	14,5	0,816.
Brebis	25,42	1,34.
Lapin	137,8	2,47.
Oie	11,78	0,816.
Corneille	72,1	5,256.

COMPOSITION CHIMIQUE DE LA BILE.

Ce fluide a été l'objet d'un grand nombre d'analyses de la part des chimistes, parmi lesquels il faut citer spécialement Berzelius, M. Thenard, L. Gmelin et M. Demarçay.

Analyse de Berzelius (bile de bœuf).

Eau	90,44
Matière biliaire (y compris la graisse)	8,00
Mucus de la vésicule	0,30
Extrait de viande, chlorure de sodium et lactate de soude	0,74
Soude	0,11
Phosphate de soude et phosphate de chaux	0,41
	100,00

Analyse de M. Thenard (bile de bœuf).

Eau	87,56
Résine biliaire	3,00
Picromel	7,54
Soude	0,50
Phosphate de soude	0,25
Chlorure de sodium	0,40
Sulfate de soude	0,10
Sulfate de chaux	0,15
Traces d'oxyde de fer	»

Digitized by Google

Analyse de Tiedemann et Gmelin (bile de bœuf).

1° Un principe odorant qui passe à la distillation ;
2° La choline ou graisse biliaire, ou cholestérine ;
3° La résine biliaire ;
4° L'asparagine biliaire ;
5° Le picromel ;
6° Une matière colorante ;

7° Une matière très azotée, faiblement soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool à froid, mais soluble dans ce réactif à chaud ;
8° Une matière animale (gliadine?) insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'alcool à chaud ;
9° Une matière soluble dans l'eau et l'alcool, et précipitable par la teinture de noix de galle (osmazôme?) ;
10° Une matière qui répand une odeur urineuse quand on la chauffe ;
11° Une matière soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool et précipitable par les acides (matière caséeuse, peut-être avec de la matière salivaire?) ;
12° Du mucus ;
13° Du bicarbonate d'ammoniaque ;
14° Des margarate, oléate, acétate, bicarbonate, phosphate et sulfate de soude (avec peu de potasse) ;
15° Du chlorure de sodium ;
16° Du phosphate de chaux ;
17° De l'eau, qui s'élève à 91,51 pour 100.

Analyse de M. Demarçay (bile de bœuf).

Eau	875
Choléate de soude	110
Matières colorantes, matières grasses diverses, mucus, etc.	5
Sels divers	10
	1000

Analyse de John (bile de tortue).

Cholestérine, principe bilieux, matière jaune	4,16
Mucus jaune	4,17
Eau	91,67
	100,00

M. Demarçay, revenant à l'idée ancienne qui assimilait la bile à un savon, a essayé de prouver, dans un travail remarquable par sa netteté,

Digitized by Google

que la bile est essentiellement formée par la combinaison de la soude avec un acide résineux et azoté qu'il a nommé *acide choléique*. En traitant la bile par de la potasse ou de l'acide chlorhydrique concentré, M. Demarçay obtint deux nouveaux acides, l'*acide choléique* et l'*acide choloïdique*. Comme dans ces réactions il se dégage toujours de l'ammoniaque, M. Demarçay considéra les deux derniers acides que nous venons de nommer, ainsi que la taurine découverte par Gmelin, comme des produits de décomposition. Berzelius reprit ensuite le travail de M. Demarçay et trouva que lorsqu'on fait agir de l'acide chlorhydrique sur la bile, au lieu de former un seul acide résineux, l'acide choloïdique, comme l'avait admis M. Demarçay, il se produit deux acides particuliers qu'il a nommés *acides fellique* et *cholinique*, et qu'il se forme en outre une substance neutre à laquelle il donne le nom de *dyslysine*.

Berzelius admet, en outre, que dans la bile fraîche il existe une substance qu'il nomme *biline*, qui, en se combinant avec les acides fellique et cholinique, produit les *acides bilifellique* et *cholinifellique*.

Lorsque la bile est ancienne, Berzelius y trouve, en outre, les acides fellique, cholinique et deux acides nouveaux qu'il nomme *acides cholanique* et *fellanique*. Ainsi, d'après Berzelius, une bile nouvelle traitée par l'acide chlorhydrique donne un mélange de biline, d'acides bilifellique, fellique et cholinique ; une bile ancienne produit sous la même influence un mélange d'acides bilifellique, fellique, cholinique, fellanique, cholanique et cholique.

M. Liebig, ayant repris après Berzelius l'examen de la bile, arrive à des résultats beaucoup plus simples, et considère ce liquide comme formé essentiellement par la combinaison de la soude avec un acide résineux qu'on nomme *bilique*.

Dans un travail récent, M. Mülder est arrivé aux résultats suivants :

La bile est essentiellement formée par une substance qu'il désigne par le nom de *biline*.

La biline, soumise à l'influence des différents réactifs, se décompose toujours en ammoniaque AzH^3, en taurine $C^4H^7AzO^6S^2$, et en un groupement moléculaire $C^{50}H^{36}O^6$, qui, suivant son état d'hydratation, produit les corps observés par les chimistes que nous avons cités précédemment.

Dyslysine.	$C^{50}H^{36}O^6,HO$.
Acide cholinique	$C^{50}H^{36}O^6,2HO$.
Acide fellanique	$C^{50}H^{36}O^6,3HO$.
Acide fellique.	$C^{50}H^{36}O^6,4HO$.
Acide cholique	$C^{50}H^{36}O^6,5HO$.

M. Mülder admet en outre que la biline peut se combiner en différentes

Digitized by Google

proportions avec les acides précédents pour former les acides bilifellique et bilicholinique.

D'après Berzelius et M. Mülder, la bile fraîche se compose de biline et de bilifellate de soude; ce dernier sel prend naissance par la décomposition de la biline en présence du carbonate de soude. La bile peut donc être envisagée comme une sorte de savon.

Le travail le plus récent sur la bile est dû à M. Strecker. Il tend à faire considérer ce liquide comme une combinaison de soude avec deux acides azotés, dont l'un, qu'il appelle *acide cholique*, ne contient pas de soufre, tandis que l'autre, qu'il nomme *acide choléique*, en renferme une proportion assez considérable.

Les propriétés de ces deux acides ont déjà été étudiées.

La bile renferme en outre de petites quantités de cholestérine, d'acides gras et de sels à bases de potasse, d'ammoniaque et de magnésie.

Sous l'influence de la levûre de bière, du hile de la vessie et de la synaptase, la bile subit une putréfaction pendant laquelle elle donne naissance aux mêmes composés qu'avec les acides et les alcalis.

La potasse, ajoutée en excès dans la bile, détermine sa séparation sous la forme d'un sirop épais ; l'alcali agit dans ce cas sur la bile comme sur une dissolution de savon.

Les acides ne précipitent pas en général la bile; toutefois l'acide acétique peut former un précipité dans la bile ancienne.

D'après M. Thenard, l'acétate neutre de plomb forme, dans la bile, un léger précipité qui consiste en une combinaison d'oxyde de plomb avec les acides oléique et margarique, avec les matières colorantes et des traces d'acide sulfurique et d'acide phosphorique. La liqueur, filtrée et traitée par l'acétate de plomb tribasique, laisse déposer un précipité très abondant contenant de la cholestérine et le composé auquel M. Thenard avait donné le nom de *picromel*. Selon M. Strecker, le premier de ces précipités serait formé presque exclusivement de cholate, et le second de choléate de plomb.

M. Pettenkofer a fait connaître un réactif qui accuse la présence d'une petite quantité de bile dans les liquides de l'économie animale. Ce chimiste a reconnu que le sucre et l'acide sulfurique, mêlés à la bile, produisent une belle coloration violette. Pour faire l'expérience, on mélange le liquide contenant la bile avec les deux tiers de son volume d'acide sulfurique concentré ; il faut, dans ce mélange, éviter autant que possible l'élévation de la température ; puis on y ajoute 4 ou 5 gouttes d'une dissolution de sucre de canne, faite avec une partie de sucre et 5 parties d'eau.

L'acide azotique nitreux peut aussi être employé pour reconnaître la présence de la bile ; en agissant sur la matière colorante de la bile, il lui fait prendre des colorations vertes, bleues, violettes, rouges et jaunes.

Digitized by Google

Biliverdine. — La matière colorante verte de la bile a été nommée *biliverdine.*

La biliverdine desséchée est pulvérulente, amorphe, d'un vert noirâtre, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, l'acide sulfurique et l'acide chlorhydrique. Les dissolutions de biliverdine sont rouges par transmission et vertes par réflexion : lorsqu'on les évapore doucement à sec, elles laissent la biliverdine sous forme de pellicule vitreuse. L'acide acétique et les alcalis colorent la biliverdine en jaune.

La matière colorante de la bile contient du fer ; sa composition se rapproche de celle de l'hématosine. (Berzelius.)

On obtient la biliverdine en faisant bouillir la bile avec son volume de lait de chaux. La liqueur se décolore, et il se forme un précipité vert qu'on traite par l'acide chlorhydrique, après l'avoir séché. Le résidu est lavé plusieurs fois à l'éther, repris par l'alcool et enlevé à cette dernière dissolution au moyen de l'agitation avec l'éther. L'extrait éthéré abandonne la biliverdine pure en s'évaporant.

CORPS PROVENANT DES TRANSFORMATIONS DE LA BILE.

Lorsqu'on maintient pendant plusieurs heures à une température de 40° de la bile légèrement acidulée par de l'acide chlorhydrique, on obtient un acide azoté cristallisable, que Plattner et Gmelin ont nommé *acide cholique.*

Cet acide cristallise en longues aiguilles qui sont ordinairement isolées ; il est peu soluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool ; il se colore en violet quand on le met en contact avec un mélange d'acide sulfurique et de sucre. Il contient :

Carbone	46,96
Hydrogène	15,90
Azote	3,21
Oxygène	33,93
	100,00

L'acide chlorhydrique concentré, en agissant sur la bile, produit la dyslysine et les acides fellique et cholinique.

Dyslysine. — Ce corps est caractérisé par son insolubilité dans l'alcool et les carbonates alcalins ; il se présente sous la forme d'une masse résineuse, blanche, friable, tout à fait insoluble dans l'eau. Il peut être représenté par la formule $C^{50}H^{36}O^{6},HO$, et d'après M. Strecker, par $C^{48}H^{36}O^{6}$.

La potasse en fusion ou bien en dissolution alcoolique le convertit en acide choloïdique. Pour obtenir la dyslysine, on fait bouillir l'acide cho-

Digitized by Google

loïdique avec de l'acide chlorhydrique jusqu'à ce que le produit ait perdu sa consistance. On le reprend alors par l'éther bouillant, et l'on précipite la solution par l'alcool.

M. Mülder a obtenu une dyslysine soluble dans l'éther et une autre insoluble; ces deux corps diffèrent entre eux par de l'eau.

Acides cholinique et fellique. — Ces acides sont fusibles dans l'eau bouillante ; leur saveur est amère. Ils sont à peine solubles dans l'eau, solubles dans l'alcool, moins solubles dans l'éther.

Acide cholique. — M. Demarçay a obtenu cet acide en faisant chauffer de la bile avec de la potasse, jusqu'à ce que le dégagement d'ammoniaque ait cessé; en ajoutant ensuite dans la liqueur de l'acide acétique, il se forme un précipité cristallin d'acide cholique.

L'acide cholique paraît identique avec l'acide cholalique, dont nous avons déjà étudié les propriétés.

Lorsqu'on abandonne à l'air, pendant un temps très long, de la bile, il se dégage de l'ammoniaque et il se dépose un acide cristallisable qui paraît être de l'acide cholique.

Acide ammonifellique. — Lorsqu'on abandonne la bile à l'air, pendant un mois environ, on retrouve dans la liqueur un acide azoté qui peut être représenté par 2 équivalents d'acide fellique et 1 équivalent d'ammoniaque :

$$(C^{50}H^{36}O^{5},4HO)^{2},AzH^{3}.$$

Cet acide a été nommé *acide ammonifellique.*

Biline. — Cette substance, d'après Berzelius et M. Mülder, existerait dans la bile fraîche. Elle n'est précipitée ni par l'acide sulfurique ni par le sous-acétate de plomb ; elle se décompose très facilement. M. Liebig considère la biline comme une combinaison de soude avec un acide résinoïde préexistant dans la bile, et qu'il nomme *acide bilique.*

M. Redtenbacher a reconnu que la bile, traitée par l'acide azotique, donne naissance à des produits volatils et à des corps fixes. La partie volatile contient des acides caprique, caprylique, valérianique, butyrique, et, de plus, une huile pesante qui se dédouble facilement en un acide, l'*acide nitrocholique*, et en un corps neutre, le *cholacrol.*

Il suffit, pour opérer ce dédoublement, d'abandonner quelque temps le corps huileux au contact d'une dissolution concentrée de potasse, qui s'empare de l'acide nitrocholique ; le cholacrol peut alors être enlevé par décantation. En évaporant ensuite dans le vide la dissolution de nitrocholate de potasse, on obtient ce sel en beaux cristaux jaunes. L'acide nitrocholique a pour formule $C^{3}HAz^{4}O^{9},HO$.

Le cholacrol est un corps neutre, d'une odeur forte, peu soluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool, l'éther, et qui, lorsqu'on le chauffe, se

Digitized by Google

décompose en faisant entendre une sorte d'explosion. Sa formule est $C^8H^5Az^2O^{13}$.

Le cholacrol peut se dédoubler en acide cholestérique et en acide hypo-azotique :

$$\underbrace{C^8H^5Az^2O^{13}}_{\text{Cholacrol.}} = \underbrace{C^8H^4O^4,HO}_{\text{Acide cholestérique.}} + 2AzO^4.$$

La partie fixe provenant de la réaction de l'acide azotique sur la bile est formée par deux acides qui ont été nommés *acides choloïdanique* et *cholestérique*.

L'acide choloïdanique est soluble dans l'eau et cristallise en longues aiguilles prismatiques. Il a pour composition $C^{16}H^{12}O^7$.

CALCULS BILIAIRES.

Il existe assez fréquemment chez l'homme des concrétions biliaires qui se logent dans la vésicule du fiel ou dans les conduits de la bile, de manière à devenir quelquefois la source d'accidents en s'opposant à l'écoulement de la bile. Ces concrétions biliaires varient dans leur volume, leur forme, leur consistance et leur densité : elles sont tantôt de couleur brune et se brisent en une poudre amorphe; tantôt elles sont blanchâtres et à cassures cristallines, etc. Les concrétions biliaires les plus molles contiennent plus de cholestérine.

Analyse de calculs biliaires.

	Glaube.	Brandes.		
Cholestérine	56	81,25	69,76	81,77
Résine biliaire	8	3,12	5,66	3,88
Matière colorante	15	9,38	11,28	7,57
Albumine coagulée	9	»	»	»
Mucus	12	6,25	13,20	»
Albumine soluble, mucus et sels	»	»	»	3,83

Analyse de divers calculs biliaires.

Perte par la dessiccation	4,878	19,179	3,263	2,886	1,974	2,795
Matière soluble dans l'eau et perte	8,210	10,139	5,014	7,557	3,799	10,472
Cholestérine	82,815	8,250	82,274	78,058	84,948	76,902
Graisse saponifiable	1,499	2,700	1,113	4,272	2,095	7,513
Résidu soluble dans l'ammoniaque	0,457	1,116	0,695	0,517	0,127	0,834
Résidu insoluble dans l'ammoniaque	1,553	52,837	6,063	6,213	4,719	1,205
Cendres	0,588	6,779	1,578	0,497	2,445	0,279

(M. Hein.)

Digitized by Google

Quelquefois on rencontre dans les calculs biliaires des carbonates de chaux et de magnésie et d'autres matières minérales.

Analyse d'un calcul biliaire par MM. Bally et Henry Lejeune.

Carbonate de chaux avec trace de carbonate de magnésie . . .	72,70
Phosphate de chaux.	13,51
Mucus, matières colorantes, oxyde de fer	10,81

Calcul biliaire d'une truie.

Cholestérine.	6,00
Résine blanche	44,95
Bile.	3,60
Matière animale et résine verte altérée.	45,45
	100,00

(M. Lassaigne.)

M. Thenard a trouvé que dans la chlorose la bile perd ses caractères et se transforme en un liquide albumineux.

On donne le nom de *bézoards orientaux* à des calculs biliaires qui proviennent de l'estomac de certaines antilopes et qu'on employait autrefois comme médicament. Ces calculs contiennent un acide qui a été examiné récemment par M. Wœhler, et que l'on nomme *acide lithofellique*. Cet acide a la plus grande analogie avec les corps gras. Il a pour composition $^{40}H^{36}O^{8}$.

Ambre gris.

L'*ambre gris* est une concrétion intestinale du cachalot.

Cette substance se rencontre sur les côtes du Coromandel, des îles de Sumatra et de Madagascar, en masses rugueuses d'un gris veiné de noir et de jaune, dont l'odeur est douce et pénétrante.

L'ambre gris présente la composition suivante :

Adipocire, ou matière grasse (ambréine)	20,16
Résine.	11,67
Acide benzoïque.	4,25
Matière charbonneuse.	2,12

(Bouillon-Lagrange.)

Lorsqu'on le traite à chaud par l'alcool, il cède à ce dissolvant une substance que l'on a nommée *ambréine*.

L'ambréine est cristallisable, inodore, insipide, fusible à 30°, volatile

Digitized by Google

en partie, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, les essences et les huiles grasses. Elle est formée de :

Carbone	83,37
Hydrogène	13,32
Oxygène	3,31
	100,00

(PELLETIER.)

L'acide azotique la convertit en un acide cristallisable et jaune, auquel on a donné le nom d'*acide ambréique*. Cet acide est peu soluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool et l'éther. Il renferme :

Carbone	51,96
Hydrogène	7,07
Azote	8,59
Oxygène	32,38
	100,00

(PELLETIER.)

Les ambréates à base d'alcali sont très solubles dans l'eau ; les autres sels formés par l'acide ambréique sont peu solubles ou insolubles.

On se sert de l'ambre gris dans la parfumerie. (PELLETIER.)

PROPRIÉTÉS PHYSIOLOGIQUES ET FONCTIONS DE LA BILE.

Depuis longtemps les avis des physiologistes sont partagés relativement aux fonctions de la bile dans l'acte de la digestion. Les uns soutiennent que le fluide biliaire est entièrement destiné à être évacué et qu'il ne concourt en rien à la modification des aliments ; les autres regardent, au contraire, l'existence de la bile comme indispensable aux phénomènes de la nutrition. D'après les expériences de Schwann, les animaux dépérissent et meurent rapidement quand on fait écouler leur bile au dehors par le moyen d'une fistule. La bile, mise en contact avec les matières grasses alimentaires neutres, n'exerce sur elles aucune modification. On observe, du reste, la même inactivité du fluide biliaire à l'égard des substances alimentaires amylacées et albuminoïdes. Ce ne serait donc point en agissant directement sur les aliments que ce fluide interviendrait dans les phénomènes digestifs. Mais il est prouvé qu'une partie des éléments de la bile sont réabsorbés dans l'intestin, et l'on ne retrouve jamais l'acide choléique dans les matières excrémentitielles. Il est très probable dès lors

Digitized by Google

que les éléments biliaires qui sont reportés dans le sang doivent plutôt concourir aux phénomènes de l'assimilation ; toutefois leur rôle n'est point encore précisé.

EXAMEN DE LA BILE CHEZ LES ANIMAUX.

La *bile de porc* a été examinée par MM. Strecker et Gundelach, qui y ont trouvé un acide particulier qu'ils ont appelé *acide hyocholéique :* cet acide y est uni avec la soude et a pour formule $C^{64}H^{43}AzO^{10},HO$.

La bile de porc est un liquide visqueux d'une couleur jaune tirant sur le brun, d'une saveur d'abord douceâtre, puis très amère. Elle contient en moyenne 88,8 pour 100 d'eau, tandis que la bile de bœuf en contient 92 à 93.

La quantité de soufre contenue dans la bile de porc est très faible.

M. Bensch a analysé la bile de différents animaux. Nous donnons le résultat de ses analyses :

	VEAU.	MOUTON.	CHÈVRE.	PORC.	BŒUF.	OURS.	CHIEN.	LOUP.	RENARD.	POULE.	POISSON. I.	POISSON. II.
Carbone	55,43	57,32	57,28	»	»	58,72	»	»	»	57,47	55,98	55,41
Azote	2,28	3,94	»	»	»	»	»	»	»	3,51	2,55	2,40
Hydrogène	7,75	7,85	8,21	»	»	8,35	»	»	»	8,27	8,05	8,01
Soufre	4,88	5,71	5,20	0,34	3,58	5,84	6,21	5,03	5,96	4,96	5,58	5,52
Oxygène	15,81	13,32	»	»	»	»	»	»	»	14,78	»	»
Cendres	15,15	11,86	13,21	»	»	8,42	»	»	»	10,99	14,11	»

Analyses de biles diverses par Kemp.

	BILE HUMAINE.		BILE DE BŒUF.		BILE DE TIGRE.	BILE DE LÉOPARD.	
Carbone	68,11	68,11	64,60	64,85	59,6	59,80	59,5
Hydrogène	10,13	10,00	9,62	9,40	11,8	9,49	10,0
Azote	3,44	3,90	3,40	3,40	6,0	4,60	4,6
Oxygène	18,32	17,99	22,38	22,35	22,6	26,11	25,9
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,0	100,00	100,0

SUC PANCRÉATIQUE.

Le produit de la sécrétion du pancréas vient se déverser dans la première partie de l'intestin grêle (duodénum), soit par un conduit isolé,

Digitized by Google

soit par un canal commun avec la bile. Cet écoulement du suc pancréatique a lieu spécialement pendant la digestion, et, d'après les observations de M. Bernard, il s'en écoule environ 2 grammes par heure, en moyenne.

Le suc pancréatique a été étudié par Magendie, Tiedemann et Gmelin, MM. Leuret et Lassaigne, Bouchardat et Sandras, et surtout par M. Bernard.

Le suc pancréatique normal et non altéré est un liquide incolore, limpide, visqueux et gluant, coulant lentement par grosses gouttes perlées ou sirupeuses et devenant mousseux par l'agitation. Ce fluide est sans odeur caractéristique; placé sur la langue, il donne la sensation d'un liquide visqueux. Son goût a quelque chose de salé, qui est analogue à la saveur du sérum du sang. La réaction du suc pancréatique est constamment alcaline. Exposé à la chaleur, le liquide pancréatique se coagule en masse et se convertit en une matière concrète d'une grande blancheur. La coagulation est entière et complète, comme s'il s'agissait du blanc d'œuf; tout devient solide et il ne reste pas une seule goutte de liquide libre. Cette matière blanche du suc pancréatique est également précipitée par l'acide azotique, par l'acide sulfurique et par l'acide chlorhydrique concentré. Les sels métalliques, l'esprit de bois et l'alcool précipitent encore d'une manière complète la matière organique du suc pancréatique. Les acides acétique, lactique et chlorhydrique étendus ne coagulent pas le suc pancréatique. Les alcalis n'y produisent pas de précipité et redissolvent la matière organique quand elle a été préalablement coagulée par la chaleur, les acides ou l'alcool.

En résumant ces caractères du suc pancréatique, il semble que l'on soit en droit d'en conclure, ainsi que cela a été déjà fait par Magendie, Tiedemann et Gmelin, etc., que le fluide pancréatique se comporte avec les réactifs à la manière des liquides albumineux. Cependant il n'y a aucun rapport, sous le point de vue physiologique, entre le sucre pancréatique et un liquide albumineux. M. Bernard a trouvé des caractères qui permettent de distinguer chimiquement la matière pancréatique de l'albumine; nous citerons le suivant : Lorsque la matière du suc pancréatique a été coagulée par l'alcool, puis desséchée, elle se redissout en totalité dans l'eau. Bien plus, en se dissolvant, cette matière communique à l'eau la viscosité particulière du suc pancréatique et toutes ses propriétés physiologiques. Or, lorsque l'albumine a été coagulée par l'alcool, elle ne se redissout plus d'une manière appréciable dans l'eau.

Indépendamment de cette matière organique active, le suc pancréatique contient de l'*eau* et des *sels*.

Digitized by Google

Composition chimique du suc pancréatique du chien, par Tiedemann et Gmelin.

Ce suc pancréatique est visqueux et se coagule par la chaleur et les acides énergiques. Il contient :

Eau	91,28
Parties solides	8,72
	100,00
100 parties de principes solides donnent en cendres	8,28

Ces cendres contiennent des carbonates alcalins en très grande abondance, des chlorures alcalins, une petite quantité de phosphates alcalins, très peu de sulfates alcalins. L'alcali qui prédomine dans les cendres est la soude. Il y a de plus un peu de carbonate et de phosphate calcaires.

Les matières animales sont :

De l'osmazôme ;

Une matière qui rougit par le chlore ;

Une matière analogue à la caséine et probablement associée à la matière salivaire ;

Beaucoup d'albumine constituant environ la moitié du résidu sec.

Composition chimique du suc pancréatique de la brebis, par Tiedemann et Gmelin.

Ce suc pancréatique est visqueux et se coagule assez abondamment par la chaleur et les acides énergiques.

Eau	94,81
Parties solides	5,09
	100,00
100 parties solides incinérées donnent en cendres	2,97

Quant aux parties solides, leur composition ne paraît pas différer sensiblement de celle du suc pancréatique de chien. Cependant elles ne contiennent pas de matière rougissant par le chlore.

D'après ces deux analyses, on voit que le suc pancréatique est bien différent de la salive, au point de vue chimique. Cette dissemblance est encore plus frappante, lorsque l'on considère les propriétés physiologiques du suc pancréatique.

Digitized by Google

On remarquera encore que les matières animales du suc pancréatique sont nombreuses. On pourrait même y ajouter cette substance appelée *diastase salivaire*, car MM. Bouchardat et Sandras ont reconnu que le suc pancréatique transformait l'amidon en glucose.

ALTÉRATION SPONTANÉE OU MORBIDE DU SUC PANCRÉATIQUE.

Le suc pancréatique est sans contredit le plus altérable de tous les liquides animaux. Lorsqu'on abandonne à lui-même du suc pancréatique normal récemment extrait de l'animal et possédant les caractères indiqués plus haut, on voit que ce fluide présente, au bout de quelques heures, des altérations profondes. Il perd d'abord sa viscosité, prend une apparence aqueuse en même temps qu'il se trouble, et contracte une odeur nauséabonde qui bientôt devient putride et très désagréable. A mesure qu'il se modifie ainsi, le suc pancréatique perd la propriété de se coaguler par la chaleur et par les acides; et quand il est complétement altéré, l'alcool, les acides ou la chaleur n'y produisent plus aucun précipité. La réaction alcaline du liquide persiste toujours dans ces circonstances. Lorsqu'on expose le suc pancréatique normal et récent à une température de 5° à 10°, il peut être conservé plusieurs jours, et alors on remarque que par l'abaissement de la température la viscosité du liquide augmente et qu'il devient d'une consistance analogue à celle d'une gelée légère. Si, au contraire, on maintient le suc pancréatique à la température de 40° à 45°, il se modifie rapidement. Pendant les chaleurs de l'été, dans les temps orageux, cette altération du suc pancréatique s'opère quelquefois en très peu d'instants.

Lorsqu'on extrait le suc pancréatique par l'ancien procédé, qui consiste à pratiquer dans l'hypochondre droit une incision pour amener au dehors une partie du pancréas, afin de fixer dans son conduit un tube d'argent destiné à recueillir le suc pancréatique, il arrive qu'au bout d'un certain temps après l'opération, l'animal est pris de malaise et de fièvre. La quantité de suc pancréatique sécrété augmente considérablement; mais ce liquide est morbide et altéré, car bien que toujours alcalin, il a perdu sa viscosité et ne se coagule plus par la chaleur ni par les acides. Chez certains chiens et chez les chevaux, où l'opération est très laborieuse, l'état de malaise survient immédiatement, de sorte que les premières parties du suc pancréatique sont déjà altérées et dépourvues de la matière active coagulable. C'est pour cela que le suc pancréatique du cheval obtenu de cette manière, et analysé par MM. Leuret et Lassaigne, offrait les caractères du suc pancréatique altéré, en ce sens qu'il contenait excessivement peu de matière coagulable et beau-

Digitized by Google

coup d'eau, ainsi qu'on peut s'en convaincre par les résultats de cette analyse :

Eau	99,1
Matière animale soluble dans l'alcool	00,9
Matière animale soluble dans l'eau	
Traces d'albumine	
Mucus	
Soude libre	
Chlorure de sodium	
Chlorure de potassium	
Phosphate de chaux	
	100,0

D'après cette analyse, MM. Leuret et Lassaigne ont pu croire que, chez le cheval, le suc pancréatique était analogue à la salive. Toutefois cela ne serait vrai que pour le suc pancréatique altéré ; car, en recueillant ce liquide chez le cheval dans d'autres conditions, on constate qu'il est semblable au suc pancréatique des autres animaux, et qu'il offre une grande viscosité, en même temps qu'il se coagule en masse par la chaleur et les acides énergiques.

C'est pour éviter toutes ces différences et ces incertitudes dans la qualité d'un fluide aussi altérable que le suc pancréatique, que M. Bernard a imaginé de l'obtenir en pratiquant des fistules permanentes chez les animaux.

Lorsque le pancréas devient malade chez l'homme, le suc pancréatique subit la même altération, et il perd sa matière coagulable active.

On a quelquefois rencontré des calculs dans les conduits pancréatiques chez l'homme. Ces concrétions étaient formées en grande partie par des carbonates de chaux et de magnésie, unis au moyen d'une certaine quantité de matière organique.

PROPRIÉTÉS PHYSIOLOGIQUES ET FONCTIONS DU SUC PANCRÉATIQUE.

Le suc pancréatique ne se mélange aux matières alimentaires que lorsqu'elles ont déjà subi l'action du suc gastrique et de la bile. A ce point, les substances albuminoïdes ont seules été dissoutes par le suc gastrique ; les matières grasses et amidonnées n'ont encore éprouvé aucune modification. M. Bernard a trouvé que le suc pancréatique agit sur les matières grasses d'une manière toute spéciale et très énergique. Il a démontré que ce fluide, mis en contact avec les matières grasses neutres, les émulsionne instantanément et les modifie de manière qu'elles puissent

Digitized by Google

être ultérieurement absorbées par les vaisseaux chylifères. En agissant en dehors de l'animal, on peut suivre les phases de cette action du suc pancréatique sur les matières grasses neutres.

Quand on mélange, à la température de 38° à 40°, du suc pancréatique avec de l'huile, du beurre ou de la graisse, on voit que la matière grasse se trouve instantanément émulsionnée de la manière la plus complète par le suc pancréatique. Il en résulte un liquide blanchâtre semblable à du chyle. En examinant de plus près les caractères de cette émulsion, il devient bientôt évident que, sous l'influence du suc pancréatique, la matière grasse n'a pas été simplement divisée et émulsionnée, mais qu'elle a été en outre modifiée chimiquement. En effet, lorsqu'on verse de la matière grasse neutre sur le suc pancréatique alcalin, le mélange possède une réaction alcaline très nette, tandis que bientôt après il devient très manifestement acide. La graisse a été dédoublée en acide gras et en glycérine. Quand on choisit du beurre pour opérer l'émulsion avec le suc pancréatique, bientôt l'acide butyrique est reconnaissable à son odeur caractéristique. D'où il résulte clairement que le suc pancréatique possède la propriété d'émulsionner instantanément et d'une manière complète les matières grasses neutres, et de les dédoubler ensuite en acide gras et en glycérine.

Le suc pancréatique jouit seul de cette propriété à l'exclusion de tous les autres liquides de l'économie. M. Bernard a essayé, comparativement sur les matières grasses neutres, l'action de la bile, de la salive, du suc gastrique, du sérum du sang, du liquide céphalo-rachidien, et aucun de ces liquides n'a émulsionné ou modifié la graisse.

Cette émulsion instantanée des matières grasses neutres, et leur dédoublement en glycérine et en acide gras, ne sont effectués que par le suc pancréatique normal, c'est-à-dire par le suc pancréatique visqueux, alcalin, se coagulant en masse par la chaleur et les acides. Si, au contraire, on mélange par l'agitation, avec de l'huile ou de la graisse, du suc pancréatique morbide ou altéré, toujours alcalin, mais devenu aqueux, dépourvu de viscosité et ne se coagulant plus par la chaleur ni par les acides, son action sur les matières grasses est nulle, et il s'opère bientôt une séparation entre le suc pancréatique inerte et la graisse non modifiée. On peut conclure que le suc pancréatique agit sur les matières grasses neutres uniquement par sa matière organique coagulable et non par son alcali.

SUC INTESTINAL.

Jusqu'à présent le suc intestinal n'a pas été obtenu pur et sans mélange des autres fluides digestifs; de sorte qu'il a été impossible de l'analyser à part et d'étudier ses propriétés physiologiques. M. Bernard a observé

Digitized by Google

que les liquides de l'intestin grêle variaient de réaction suivant le genre d'alimentation. Ainsi, dans la digestion de la viande et de la graisse, la réaction des liquides intestinaux est acide, tandis que dans la digestion des matières sucrées, amylacées et herbacées, la réaction intestinale est toujours alcaline.

Les matières amylacées sont surtout digérées dans l'intestin grêle, c'est-à-dire qu'elles y sont transformées en glucose. D'après MM. Bouchardat et Sandras, le suc pancréatique peut servir à cette transformation. Mais quand, sur des pigeons, on empêche ce liquide de couler dans l'intestin, ainsi que l'ont constaté Magendie et M. Bernard, la transformation de l'amidon en glucose s'effectue néanmoins, de sorte qu'il faut bien reconnaître alors qu'un autre liquide intestinal vient agir sur l'amidon. Du reste, la digestion de l'amidon, c'est-à-dire son changement en glucose, est une transformation si facile, qu'elle ne paraît être affectée spécialement à aucun liquide, comme cela arrive pour les matières albuminoïdes et graisseuses. La plupart des liquides muqueux et séreux de l'économie possèdent cette propriété. Les substances dites purgatives paraissent agir en provoquant surtout la réaction du suc intestinal, ce qui donne lieu à l'évacuation d'une grande quantité de liquide ou à la diarrhée. M. Bernard a observé qu'en irritant les ganglions nerveux du plexus solaire sur des chiens et sur des lapins, on provoquait une abondante sécrétion de suc intestinal, qui parfois offrait un aspect sanguinolent.

EXCRÉMENTS ET GAZ INTESTINAUX.

Les matières excrémentitielles sont-elles le résultat d'une production ou d'une sécrétion particulière qui aurait lieu dans le gros intestin, ou bien ne représentent-elles simplement que les résidus des matières alimentaires non digérées par les sucs digestifs?

Chez l'enfant, pendant la vie intra-utérine, avant que l'ingestion des aliments s'effectue, il existe des excréments dans le canal intestinal; on leur donne alors le nom de *méconium*. Le méconium est une matière molle, d'une couleur brune noirâtre, d'une odeur et d'une saveur douceâtre et fade. Examiné au microscope, on y voit beaucoup de lamelles d'épithélium, puis des globules plats ressemblant à des corpuscules sanguins décolorés, et enfin on y rencontre des lamelles nombreuses ayant l'apparence de la cholestérine cristallisée. On en extrait une autre matière ayant les propriétés de la caséine. Voici, du reste, l'analyse du méconium par Simon :

Digitized by Google

Analyse des excréments avant la naissance.

Cholestérine	16,00
Matière extractive et acide bifellinique	14,00
Caséine	34,00
Acide bilifellinique et biline	6,00
Biliverdine avec acide bilifellinique	4,00
Épithélium, mucus, albumine	26,00

Analyse d'excréments d'un enfant de six jours, nourri avec le lait de sa mère.

Les excréments, à cet âge, sont jaunes, de la consistance d'une bouillie; ils possèdent l'odeur et la saveur du lait aigri. On ne remarque plus ni débris d'épithélium ni de cholestérine, mais beaucoup de globules de matière grasse.

Matière grasse	52
Matière colorante de la bile et graisse	16
Albumine ou caséine coagulée	18
Perte et eau	14

Analyse des excréments humains.

Sur 100 parties d'excréments humains rendus par un homme qui avait mangé une grande quantité de pain grossier avec des aliments de nature animale, l'analyse a donné :

Eau		75,3
Bile	0,9	5,7
Albumine	0,9	
Matières extractives particulières	9,7	
Sels	1,2	
Résidus insolubles des aliments digérés		7,0
Matières insolubles ajoutées dans le canal intestinal, mucus, résine biliaire, graisse animale particulière		12,0

(BERZELIUS.)

Digitized by Google

Analyse d'excréments humains, par M. Vogel.

Bile	0,9	5,7
Albumine	0,9	
Matière extractive particulière	2,7	
Sels	1,2	
Substances insolubles		7,0
Principe bilieux (Gallenstoff)		14,0
Principe particulier animal		
Eau		73,3
		100,0

Les excréments humains contiennent en outre des butyrates à base d'alcali.

Nous donnons ici la composition moyenne des cendres provenant des aliments et des excréments de l'homme :

	Cendres des aliments.	Cendres des excréments.
Potasse	39,75	28,69
Soude	3,69	5,53
Chaux	2,41	12,48
Magnésie	7,42	6,69
Oxyde de fer	0,79	0,97
Acide phosphorique	42,52	35,62
Acide sulfurique	1,86	9,05
Acide carbonique	1,12	1,97
Silice	0,44	0,00
	100,00	100,00

L'excès de chaux que contiennent les cendres des excréments doit être attribué à ce qu'une quantité notable de cette base provient des boissons que l'homme absorbe; quant à l'acide sulfurique, dont la proportion dans les cendres d'excréments est environ quatre fois plus forte que dans les cendres d'aliments, il se forme sans doute par l'oxydation du soufre des matières albuminoïdes. (M. Orfila.)

Digitized by Google

Analyse d'excréments de poule et de coq, par M. Sace.

Carbone	21,999
Hydrogène	2,937
Azote	1,900
Oxygène	20,074
Cendres	53,090
	100,000

Analyse d'excréments de chien, par M. Wohl.

Chaux	43,049
Magnésie	0,087
Potasse	0,302
Soude	0,438
Silice	0,001
Acide phosphorique	3,446
Acide carbonique	7,464
Chlore	0,037
Fer	0,008
Matière organique	14,152

Analyse des excréments de cheval, par Ziel.

Eau	62,0
Résidus d'aliments	20,2
Amidon vert	6,8
Picromel avec sels	2,0
Matière biliaire avec extractif	1,7
Perte	0,8

Autre analyse des excréments de cheval, par Ziel.

Eau	67,0
Résidus d'aliments	14,0
Amidon vert	12,8
Picromel avec sels	3,4
Matière biliaire avec extractif	1,9
Perte	0,9

Digitized by Google

Analyse de la bouse de vache, par Zieri, Penot, Morin, Einhof.

Eau	61,90	70,00	63,58	75,00
Fibre végétale	15,60	24,08	26,93	14,10
Amidon vert avec albumine et mucus	»	»	»	8,30
Matières biliaires et sels	2,40	»	»	»
Bile	»	1,60	»	»
Matière amère	»	»	0,74	»
Résine biliaire avec picromel	»	»	0,93	»
Matière biliaire avec albumine	»	1,60	»	»
Résine biliaire et graisse biliaire	»	1,52	»	»
Picromel et sels	»	»	»	1,11
Matière biliaire avec extractif	»	»	»	1,09
Albumine	»	0,40	0,63	»
Sels, terre	»	»	1,45	»
Sables	1,10	»	»	»

Analyse des cendres provenant des excréments de divers animaux.

	Vache.	Porc.	Mouton.	Cheval.
Silice	62,54	13,19	50,11	62,40
Potasse	2,91	3,60	6,32	11,30
Soude	0,98	3,44	3,28	1,98
Chlorure de sodium	0,23	0,89	0,14	0,03
Phosphate de peroxyde de fer	8,93	10,55	3,98	2,73
Chaux	5,71	2,08	18,15	4,63
Magnésie	11,47	2,24	5,45	3,84
Acide phosphorique	4,76	0,41	7,52	8,98
Acide sulfurique	1,77	0,90	2,69	1,83
Acide carbonique	»	0,69	»	»
Sable	»	61,37	»	»
Carb. de manganèse	»	»	traces	»
Sels	»	»	»	12,13
	99,30	99,31		

(M. Rogers.)

Méthode d'analyse des excréments.

Les excréments humains sont d'abord délayés avec de l'eau, puis filtrés à travers un linge. Le liquide trouble brunâtre qui en résulte s'éclaircit au bout de quelques jours de façon à pouvoir se filtrer sur du papier. Ce liquide clair se colore fortement à l'air, et, abandonné à l'évaporation spontanée, il se recouvre peu à peu de phosphate ammo-

Digitized by Google

niaco-magnésien, provenant de l'ammoniaque formée par la décomposition des matières azotées et du phosphate de magnésie dissous dans les matières fécales.

La solution excrémentitielle est évaporée à consistance sirupeuse et mélangée avec de l'alcool et un peu d'eau distillée. Le résidu, traité par l'acide sulfurique, laisse déposer une matière brune cohérente, qui se compose surtout des matériaux de la bile. Les matières albumineuses et les lactates alcalins restent à l'état insoluble. Le liquide trouble filtré sur un linge laisse déposer le mucus. Les matières qui restent dans ce linge sont composées surtout des débris d'aliments et des parties ligneuses, etc. Les matières excrémentitielles renferment, du reste, une combinaison insoluble de la matière biliaire avec les sécrétions du tube intestinal. Cette combinaison peut être détruite par la chaux.

Pour déterminer les sels des matières excrémentitielles, on épuise les excréments par une grande quantité d'eau. La dissolution aqueuse, évaporée à sec, laisse un résidu que l'on calcine. En opérant sur 93gr,750 on a obtenu 0gr,837 de cendres contenant :

Carbonate de soude (provenant du lactate). . .	0,189
Chlorure de sodium	0,216
Sulfate de soude	0,108
Phosphate de magnésie.	0,108
Phosphate de chaux	0,216
	0,837

CALCULS INTESTINAUX.

On trouve parfois dans les intestins des animaux des calculs d'un aspect cristallin et diversement colorés.

Ces calculs se forment probablement dans les canaux biliaires et passent ensuite dans les intestins. Ils renferment presque tous de la bile. (M. Thenard.)

Plusieurs calculs intestinaux ont été analysés. Voici leur composition :

Calcul intestinal humain.

Stéarine.	74
Élaïne.	
Acide particulier.	
Matière analogue à la fibrine	21
Phosphate de chaux.	4
Chlorure de sodium	1
	100

(M. Lassaigne.)

Digitized by Google

Calcul intestinal de cheval.

Huile résineuse.	96,56
Chlorure alcalin	
Sel de chaux soluble.	
Phosphate de chaux.	0,47
Sulfate de chaux	0,20
Mucus animal.	1,37
Eau.	1,40
	100,00

(M. Guibourt.)

RÉSUMÉ DES PHÉNOMÈNES CHIMIQUES DE LA DIGESTION.

En résumé, pour se transformer en sang, les aliments doivent d'abord être divisés dans la bouche par les *dents*, puis mélangés à un liquide sécrété par les *glandes salivaires*, qui est la *salive*.

Le rôle de la salive est à la fois physique et chimique. La salive est en général alcaline; elle facilite la digestion des aliments et peut opérer certaines modifications chimiques, comme la transformation en sucre des substances organiques neutres telles que l'amidon.

Les aliments ayant subi l'action de la salive portent le nom de *bol alimentaire;* ils descendent, par suite du phénomène de la *déglutition*, traversent un tube élastique qui a reçu le nom d'*œsophage*, et arrivent dans l'*estomac*.

La membrane muqueuse de l'estomac sécrète un liquide acide, le *suc gastrique*, dont le rôle chimique est fort important. Le suc gastrique agit chimiquement sur les aliments, les *digère*, comme on le dit; il modifie et dissout les substances azotées, n'agit pas sur les corps gras et hydrate les corps neutres.

Les aliments séjournent pendant un certain temps dans l'estomac et sont portés ensuite, par une série de contractions, de l'estomac dans le *duodénum*, où ils se trouvent arrosés par un suc particulier que l'on nomme *suc pancréatique*.

Le suc pancréatique émulsionne les corps gras et les rend absorbables; de plus, il transforme l'amidon en sucre. (M. Bernard.)

Le duodénum reçoit encore un autre liquide alcalin, la *bile*. La bile est sécrétée par le foie; elle est conservée pendant un certain temps dans la vésicule du fiel, et arrive dans le duodénum par un conduit particulier appelé le *conduit cholédoque*.

La bile est indispensable à l'acte de la digestion, mais on n'est pas

Digitized by Google

d'accord sur la manière dont elle agit; on peut seulement affirmer qu'une portion de la bile est absorbée et que ce fluide agit sur les matières azotées dissoutes dans le suc gastrique. (Schwann.)

Les substances alimentaires, après avoir été soumises à l'influence de la salive, du suc gastrique, du suc pancréatique et de la bile, constituent le *chyme* et passent dans l'*intestin grêle*.

L'intestin grêle est un tube étroit dont le développement varie avec la nature des aliments qu'il doit recevoir. Chez l'homme, les intestins ont six à sept fois la longueur du corps. Chez les carnivores, ils ne sont pas très longs; chez le lion, ils ont environ trois fois la longueur du corps. Chez les herbivores, les intestins sont toujours développés; ils peuvent avoir jusqu'à vingt-huit fois la longueur de l'animal.

Dans les intestins se trouve le *suc intestinal* qui opère la transformation des matières amylacées en glucose. Pendant que cette réaction s'accomplit, le chyme est poussé peu à peu par le *mouvement vermiculaire* de l'intestin grêle : sur cet intestin viennent s'insérer une multitude de vaisseaux appelés *vaisseaux chylifères*, qui *sucent* en quelque sorte l'intestin grêle et extraient du chyme un liquide blanc, quelquefois rosé, qui est le *chyle*.

Ce chyle arrive par les vaisseaux capillaires dans le système veineux, et rend au sang ce qu'il a cédé aux différents organes pendant la circulation.

Le chyme ayant perdu le chyle, c'est-à-dire la partie réparatrice et nutritive des aliments, devient de plus en plus solide, pénètre dans le gros intestin ; et enfin la partie non nutritive des aliments est rejetée par le *rectum*.

Nous avons vu comment les matières grasses, les matières amidonnées ou sucrées, et les matières azotées, passent dans le sang et servent à la vie de l'animal.

Les boissons alcooliques, introduites dans le canal digestif, n'y subissent aucune altération ; l'alcool, absorbé par les veines, est porté dans les poumons, où il est converti en eau et en acide carbonique par l'action de l'oxygène de l'air : quelquefois il se transforme en acide acétique.

CHYLE.

Le chyle est un liquide constamment alcalin qui est puisé dans l'intestin grêle par les vaisseaux chylifères : il parcourt successivement l'appareil chylifère depuis l'intestin jusque dans la veine sous-clavière gauche où il se déverse dans le sang.

Digitized by Google

Sur le trajet de l'appareil chylifère se rencontrent des ganglions nommés *ganglions mésentériques*, qui ont une certaine influence sur la composition du chyle.

On distinguait autrefois deux espèces de chyles. L'un, nommé *chyle végétal*, qui ne se remarquait que chez les herbivores, avait l'aspect d'un liquide clair, limpide et transparent. L'autre, qui était le *chyle animal*, se rencontrait chez les carnivores; il était formé par un liquide blanc, laiteux, d'une certaine consistance. Actuellement, il est reconnu que la teinte opaline et blanchâtre du chyle est due uniquement à la présence de la matière grasse existant dans le chyle à l'état d'émulsion (Magendie); il n'existe donc qu'un seul chyle.

On avait cru aussi que le chyle représentait la totalité des matières alimentaires dissoutes par les procédés digestifs, et que par conséquent le chyle devait être regardé comme le liquide nutritif par excellence. Il est prouvé maintenant que la plus grande partie des matières nutritives n'est pas absorbée par les vaisseaux chylifères : toutes les matières azotées, amylacées et sucrées, sont absorbées par les veines de l'intestin; les matières grasses seules sont absorbées par les vaisseaux chylifères.

Le chyle provient généralement du canal thoracique; pour l'examiner, on doit le prendre chez un animal en pleine digestion. Le chyle qu'on obtient ainsi est limpide ou laiteux.

Le chyle, lorsqu'il est limpide, se coagule comme le sang, par l'exposition à l'air, et le liquide se divise alors en deux portions : l'une constitue le *sérum*, l'autre le *caillot*. Si ce chyle est laiteux, une couche de graisse surnage le sérum. On a remarqué de plus que le chyle, exposé à l'air, prend une teinte légèrement rosée à sa surface. Emmert, le premier, a observé que le chyle présente quelques différences, suivant qu'on l'examine au sortir de l'intestin avant le passage à travers les ganglions mésentériques, ou suivant qu'on l'étudie plus tard dans le canal thoracique. Le chyle, avant d'avoir traversé les ganglions mésentériques, est blanchâtre; il se coagule difficilement; son coagulum est mou, la fibrine y est peu abondante. Le chyle qui présente ces caractères ne rougit pas à l'air.

Haller évalue à 100 grammes en moyenne la quantité de chyle qui se forme journellement chez l'homme.

CARACTÈRES MICROSCOPIQUES DU CHYLE.

Le microscope permet de distinguer dans le chyle des globules de deux espèces : les globules de graisse et les globules particuliers du chyle.

Les globules de graisse apparaissent sous forme de gouttelettes plates, arrondies ou un peu irrégulières, diaphanes, à bords obscurs, de volumes très divers.

Digitized by Google

Les globules particuliers du chyle sont grenus, arrondis et peu réguliers : leur quantité augmente en raison de la diminution de la graisse; ils sont plus abondants après le passage à travers les ganglions mésentériques. Du reste, ces globules sont semblables à ceux de la lymphe. (M. Schultz.)

COMPOSITION CHIMIQUE DU CHYLE.

Nous avons dit que le chyle se coagule comme le sang, par l'exposition à l'air, et se divise alors en deux parties, dont l'une constitue le sérum et l'autre le caillot.

Tiedemann et Gmelin ont examiné la proportion relative du caillot et du sérum dans le chyle de différents animaux. Suivant ces chimistes, le chyle du cheval est celui qui se coagule le plus facilement : 100 parties de ce liquide donnent 1,06 à 5,65 de caillot frais, et 0,19 à 1,75 de caillot sec. Le chyle du chien se coagule moins facilement : la quantité de caillot frais est de 1,36 à 5,75 pour 100 ; et celle du caillot sec de 0,17 à 0,56. Le chyle des brebis est le moins coagulable de tous; il donne, pour 100 parties, 2,56 à 4,75 de caillot frais et 0,24 à 0,82 de caillot sec. Le chyle des animaux à jeun se coagule d'une manière plus complète et contient plus de caillot frais et sec que celui des animaux nourris avec profusion : la proportion du caillot dans le chyle des chevaux à jeun varie entre 1,00 et 1,75 pour 100, et dans celui des chevaux nourris d'avoine entre 0,19 à 0,78 seulement.

D'après les mêmes chimistes, la quantité de parties solides tenues en dissolution dans le sérum du chyle est très variable. Le sérum desséché provenant du liquide contenu dans le canal thoracique d'animaux tués à jeun contient plus d'albumine et de ptyaline, mais moins d'osmazôme et plus de graisse que celui des animaux qui ont pris de la nourriture en abondance. Gmelin a trouvé dans le sérum du chyle de cheval :

Graisse brune	15,47
Graisse jaune	6,35
Osmazôme, acétate de soude, chlorure de sodium cristallisé en octaèdres, sans doute à cause de la présence d'une matière animale	16,02
Matière soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool, avec carbonate de soude et très peu de phosphate de soude	2,76
Albumine	55,25
Carbonate et un peu de phosphate de chaux obtenus par la combustion de l'albumine	2,76
	98,61

En général, on ne retrouve, dans le chyle, aucune trace des matières

Digitized by Google

qui ont servi à l'alimentation des animaux : seulement, après l'usage du beurre, ce liquide est fort riche en graisse, et après celui de l'amidon on y découvre du sucre.

Rees, ayant eu l'occasion d'analyser le contenu du canal thoracique d'un homme, une heure et demie après la mort par submersion, le trouva composé de : Eau, 98,48; albumine, avec traces de fibrine, 7,08; extrait aqueux, 0,56; extrait alcoolique, 0,52; chlorure de potassium, carbonate, sulfate et traces de phosphate de potasse avec oxyde de fer, 0,44; matières grasses, 0,92. Les matières grasses avaient le même caractère que celles du sang, seulement elles ne contenaient pas de phosphore; la cendre de l'extrait aqueux contenait du fer, celle de l'extrait alcoolique donnait plus de carbonate de soude que le sang.

On doit aussi à F. Simon l'analyse du chyle de trois chevaux nourris, le premier avec des pois, les deux autres avec de l'avoine :

	I.	II.	III.
Eau	940,670	928,000	916,000
Graisse	1,186	10,010	0,900
Albumine	42,717	46,430	60,530
Fibrine	0,440	0,805	0,900
Hématosine	0,474	traces	5,691
Matières extractives et ptyaline	8,300	5,320	5,265
Chlorhydrate et lactate de soude avec traces de sels de chaux	—	7,300	6,700
Sulfate et phosphate de chaux avec traces d'oxyde de fer	—	1,100	0,850

Analyse du chyle de chien et de cheval, par Macaire et Marcet.

Carbone	55,2	55,0
Hydrogène	6,6	6,7
Azote	11,0	11,0
Oxygène	27,2	27,3
	100,0	100,0

Nasse donne, pour l'analyse du chyle du chat :

Eau	905,7
Principes solides	94,3
Fibrine	1,3
Matière grasse	32,7
Albumine, globules semblables à ceux du sang et matière extractive	48,9
Chlorure de sodium	7,1
Autres sels solubles	2,3
Fer	traces
Sels terreux	2,0

Digitized by Google

LYMPHE.

La lymphe est le liquide contenu dans les vaisseaux lymphatiques; elle a un grand rapport avec le chyle. Ces deux liquides contiennent de l'albumine et de la fibrine à l'état de dissolution; mais la lymphe paraît contenir une quantité de graisse bien moins considérable.

Rees a donné l'analyse comparative du chyle et de la lymphe d'un jeune âne qui avait été nourri de haricots et d'avoine :

Eau	90,237	96,536
Albumine	3,516	1,200
Fibrine	0,370	0,120
Extrait soluble dans l'eau et l'alcool	0,332	1,310
Extrait soluble dans l'eau seulement	1,233	0,240
Graisse	3,601	traces
Sels et traces d'oxyde de fer	0,711	0,585
	100,000	

MM. Marchand et Colberg ont analysé la lymphe de l'homme; ils y ont trouvé :

Eau	96,926
Fibrine	0,520
Albumine	0,434
Osmazôme	0,312
Huile grasse Graisse cristalline Chlorure de sodium Chlorure de potassium Carbonates et lactates alcalins Sulfate de chaux Phosphates de chaux et oxyde alcalin	1,544
	99,736

RESPIRATION.

La respiration a pour objet de donner au sang l'oxygène qui est utile au phénomène de l'assimilation et en même temps d'enlever au sang l'acide carbonique dont il est chargé.

Chez les mammifères et les oiseaux, le sang, revenant de toutes les parties du corps, rentre dans l'oreillette et le ventricule droits; puis il est

Digitized by Google

lancé du ventricule droit dans l'artère pulmonaire, et de là dans le poumon, où il subit des changements chimiques qui constituent la respiration ou l'hématose ; ensuite il est emporté par les veines pulmonaires, qui le reportent dans les cavités gauches du cœur, d'où il retourne dans toutes les parties du corps.

Le sang des cavités droites, ou *sang veineux*, et le sang des cavités gauches, ou *sang artériel*, diffèrent l'un de l'autre par suite des changements que l'acte respiratoire a produits sur certains éléments du sang au moment de son passage dans le poumon.

Les phénomènes chimiques de la respiration doivent être étudiés dans les modifications que le sang subit en traversant le poumon et dans les modifications que l'air éprouve par son contact avec le sang.

On sait que les cellules pulmonaires permettent l'endosmose des gaz, et par suite de l'oxygène de l'air, qui, en se dissolvant dans le sang, expulse l'acide carbonique que le sang contient.

Les animaux peuvent agir sur l'air par les poumons ou par la peau ; aussi connaît-on deux espèces de respirations : la *respiration pulmonaire* et la *respiration cutanée*.

Pour les animaux à sang chaud, la respiration pulmonaire est beaucoup plus active que l'autre respiration. En enfermant pendant plusieurs jours un animal dans un sac imperméable rempli d'air et en faisant en sorte que la tête soit en dehors du sac, on a reconnu que la composition de l'air n'était pas sensiblement modifiée.

Chez les animaux à sang froid, la respiration cutanée est au contraire très active et peut même quelquefois remplacer la respiration pulmonaire. Ainsi les grenouilles vivent plusieurs jours après qu'on leur a enlevé les poumons. Des salamandres vivent des mois entiers après qu'on leur a coupé la tête.

L'ensemble des fonctions cutanées et pulmonaires a été appelé *perspiration*.

Les expériences les plus simples démontrent que dans l'acte de la respiration il se dégage de l'acide carbonique : ainsi l'air ordinaire contient environ $\frac{3}{1000}$ d'acide carbonique, tandis que l'air provenant de l'expiration peut en contenir jusqu'à $\frac{4}{100}$. On a pensé pendant longtemps, d'après les idées de Laplace et de Lavoisier, que c'était dans le poumon même que se produisait cette espèce de combustion, c'est-à-dire la transformation d'une partie de l'oxygène de l'air en acide carbonique. On admet maintenant que dans le poumon l'air entre seulement en dissolution dans le sang et déplace l'acide carbonique qui s'y trouvait ; et que c'est ensuite dans la circulation et par l'effet des phénomènes d'assimilation que l'oxygène de l'air se change en acide carbonique.

Nous allons, du reste, faire connaître les différentes théories qui ont été émises successivement sur la respiration, et nous arriverons ensuite

Digitized by Google

au travail si important qui a été publié sur ce sujet, dans ces derniers temps, par MM. Regnault et Reiset.

Au XVIIe siècle, R. Boyle soutient que la respiration a pour but de purifier le sang et de lui enlever dans les poumons une *matière excrémentitielle*. Dans des expériences très nombreuses faites sur des mammifères, des reptiles, des oiseaux, des poissons, il démontre que l'air est utile à la respiration ; ses expériences se font au moyen de la machine pneumatique.

A la même époque, J. Mayow fait également des expériences très intéressantes sur la respiration des animaux. Il place des souris dans une cloche fermée par une membrane humide et voit cette membrane se déprimer intérieurement ; il dit qu'un animal fait disparaître en respirant une partie de l'air contenu dans la cloche et qu'il remplace ainsi une bougie dans l'application d'une ventouse : il compare donc la respiration à une combustion ; il dit que les particules aériennes absorbées par la respiration changent le sang noir veineux en sang artériel.

Malheureusement une mort prématurée vint enlever à la science J. Mayow, qui se trouvait sur la voie de toutes les découvertes qui, un siècle plus tard, ont illustré avec tant de raison Lavoisier. (M. Hœfer.)

Enfin Lavoisier, tantôt seul, tantôt en compagnie de Laplace et de Seguin, publie sur la respiration des travaux d'une haute importance.

Nous croyons devoir reproduire ici quelques-unes des opinions de Lavoisier.

1° L'air introduit dans le poumon *brûle* une partie du carbone du sang pour faire de l'acide carbonique.

2° Il ne se fait pas seulement dans le poumon une combustion de carbone, mais encore une combustion d'hydrogène et une formation d'eau.

3° La proportion d'azote contenue dans l'air ne varie pas sensiblement dans l'acte de la respiration.

4° La consommation d'oxygène, la production d'acide carbonique varient pour le même individu : la quantité d'acide carbonique est plus grande pendant la digestion; elle augmente dans l'état de mouvement et d'agitation.

Pour Lavoisier, la machine animale est gouvernée par trois régulateurs principaux : la *respiration*, qui consomme de l'hydrogène et du carbone et qui produit de la chaleur; la *transpiration*, qui augmente ou diminue cette chaleur, qui la régularise; la *digestion*, qui rend au sang ce qu'il perd par la transpiration, la respiration et les phénomènes d'assimilation.

Toutes les recherches qui ont été entreprises dans ces dernières années sur la respiration ont confirmé les vues profondes de Lavoisier. Cependant plusieurs questions relatives à la respiration restaient encore à résoudre.

Digitized by Google

Lavoisier, Laplace et Séguin avaient admis que les seuls produits de la respiration étaient de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau. MM. Allen et Pepys conclurent de leurs recherches que pendant la respiration il se forme seulement de l'acide carbonique. Edwards constata que l'acide carbonique exhalé est toujours mélangé d'azote, et que l'azote rejeté par l'animal est remplacé par une quantité de ce gaz plus ou moins équivalente, provenant du sang ou d'une partie indéterminée du corps. Dulong et M. Despretz confirmèrent l'opinion d'Edwards sur l'exhalation de l'azote dans la respiration, et ils crurent reconnaître en outre que la quantité d'azote expirée s'élevait au quart environ de la quantité d'oxygène cédée par l'air. Enfin, MM. Valentin et Brunner assimilèrent la respiration au phénomène de diffusion qui s'opère entre deux gaz séparés par un diaphragme, et que l'on peut formuler ainsi :

Lorsque deux gaz, sans affinité chimique l'un pour l'autre, sont séparés par une membrane poreuse, et soumis à des pressions égales, il y a diffusion des deux gaz l'un dans l'autre, jusqu'à ce que les volumes échangés soient entre eux en raison inverse des racines carrées de leurs densités.

D'après ces dernières observations, la quantité de gaz rejeté par un animal devait donc être à peu près constante.

On a cru aussi qu'il existait un rapport constant entre la quantité d'acide carbonique produit et la quantité d'oxygène dissous dans le sang; et que la quantité d'acide carbonique était un peu inférieure à la quantité d'oxygène disparue, parce qu'une partie de l'oxygène avait servi à former de l'eau.

Pour étudier la respiration, on plaçait les animaux dans un espace limité, rempli d'air atmosphérique, dont on déterminait l'altération au bout de quelque temps. D'après MM. Regnault et Reiset, cette manière d'opérer est défectueuse : d'abord, parce que l'animal se trouvant trop rapidement dans une atmosphère viciée, ne respire plus comme à l'air libre; ensuite, parce qu'il est difficile d'apprécier exactement sur une aussi petite quantité les changements éprouvés par l'atmosphère dans sa composition. De là venaient sans doute les différences que nous avons signalées dans les résultats obtenus.

Pour obvier à ces inconvénients, MM. Regnault et Reiset imaginèrent un appareil permettant à l'animal de vivre plusieurs jours dans un volume d'air limité et dont la composition se trouvait toujours ramenée à celle de l'atmosphère ambiante par le jeu même de l'appareil (1). Les varia-

(1) Plusieurs essais préalables ayant montré que la nourriture et les excréments ne vicient l'air qu'après un temps assez long, on plaçait dans la cloche la ration habituelle des animaux.

Digitized by Google

tions, ayant lieu alors sur de grandes masses, purent être déterminées exactement.

L'appareil de MM. Regnault et Reiset, destiné à étudier tous les phénomènes de la perspiration, se compose d'une cloche de verre de 45 litres de capacité, fermée hermétiquement à sa partie inférieure par un disque de fonte qu'on peut enlever à volonté, et mise en rapport, par sa partie supérieure, d'un côté avec un vase rempli d'oxygène, de l'autre avec un récipient contenant une dissolution titrée de potasse. Les communications sont établies à l'aide de tubes de caoutchouc.

Le récipient à potasse est formé de deux pipettes d'une égale dimension, placées verticalement l'une à côté de l'autre et communiquant entre elles par leur partie inférieure au moyen d'un tube de caoutchouc. Une manivelle adaptée aux pipettes permet de les élever et de les abaisser alternativement dans une direction verticale, ce qui détermine des variations continuelles dans le niveau de la liqueur alcaline, et facilite l'absorption de l'acide carbonique qui doit se produire pendant l'expérience.

Pour faire comprendre le jeu de ces pipettes, supposons un instant qu'elles soient placées toutes les deux à la même hauteur; le niveau de la dissolution alcaline sera le même dans chacune d'elles. Si l'on élève une de ces pipettes, le liquide qu'elle renferme s'écoulera dans la seconde, déplacera un certain volume d'air et le chassera dans la cloche. Cet air, qui est resté longtemps en contact avec la dissolution de potasse, ne contient plus d'acide carbonique. Son introduction dans la cloche nécessite la sortie d'un égal volume de gaz qui se rend dans la pipette supérieure, où il perd aussi son acide carbonique. Si l'on abaisse maintenant cette dernière pipette au-dessous de l'autre, la liqueur que contient celle-ci y afflue, déplace l'air et l'oblige à rentrer dans la cloche.

En faisant donc mouvoir ce double aspirateur à potasse, on force successivement toutes les parties de l'air de la cloche à passer sur la dissolution alcaline, qui absorbe l'acide carbonique.

Le gaz absorbé par la potasse est remplacé aussitôt par un égal volume d'oxygène venant du flacon qui communique avec la cloche et dans lequel est entretenue une pression équivalente au poids d'une colonne de mercure de 1 centimètre de hauteur.

Un manomètre adapté à la cloche permet de constater si le volume du gaz qu'elle contient augmente ou diminue. Enfin, un manchon de verre extérieur, rempli d'eau chaude, entretient ce gaz à la même température.

Si les seuls produits de la respiration sont de l'eau et de l'acide carbonique, l'augmentation de poids que subissent les pipettes à potasse représente à la fois ces deux corps. En dosant l'acide carbonique que contient la potasse, on arrive à connaître, par différence, la quantité d'eau produite. Seulement, comme la cloche peut renfermer encore une petite quantité d'acide carbonique qui n'a pas été absorbée, on doit, à la fin

Digitized by Google

de l'expérience, recueillir une partie de cet air, l'analyser et ajouter la quantité d'acide carbonique déduite de ce dosage à celle précédemment obtenue. Si, outre l'acide carbonique et l'eau, il se dégage de l'azote, la proportion de ce gaz est déterminée par l'analyse.

Les diverses opinions précitées pouvaient donc être vérifiées à l'aide de cet appareil.

MM. Regnault et Reiset ont reconnu que les animaux ne se prêtaient pas avec la même facilité aux expériences physiologiques : ils ont trouvé plusieurs espèces d'animaux qui, placés sous la cloche d'expérimentation, se laissaient mourir de faim en présence des aliments. On était donc réduit à étudier les animaux dans les conditions où ils voulaient se mettre : de là l'*état d'inanition* et l'*état d'alimentation* qui chez les différents animaux ont été étudiés par MM. Regnault et Reiset.

Les chats sont méfiants et ne mangent pas. Le canard, en solitude, ne prend pas d'aliments. La poule mange et pond, mais mange constamment ses œufs, intérieur et coquille. Le chien et le lapin sont d'abord étonnés de se trouver emprisonnés, mais finissent par prendre de la nourriture. Nous reproduisons du reste ici textuellement les conclusions qui terminent le beau travail de MM. Regnault et Reiset.

Mammifères et oiseaux. — « 1° Lorsque ces divers animaux sont soumis à leur régime alimentaire habituel, ils dégagent toujours de l'azote, mais la quantité de ce gaz est très petite : elle ne s'élève jamais à $\frac{2}{100}$ du poids de l'oxygène consommé, et, le plus souvent, elle est moindre que 1 centième.

» 2° Quand les animaux sont à l'inanition, ils absorbent souvent de l'azote, et la proportion d'azote absorbé varie entre les mêmes limites que celles de l'azote exhalé dans le cas où les animaux sont soumis à leur régime habituel. L'absorption de l'azote s'est montrée presque constamment chez les oiseaux à l'inanition, mais jamais chez les mammifères.

» 3° Lorsque après avoir été plusieurs jours à l'inanition, l'animal est soumis à un régime alimentaire très différent de son régime habituel, il absorbe souvent encore de l'azote pendant quelque temps; probablement jusqu'à ce qu'il se soit fait à son nouveau régime. Il rentre alors dans le cas général et dégage de l'azote.

» 4° Si l'animal est souffrant par suite du régime alimentaire auquel il est soumis, ou peut-être par d'autres causes, il absorbe de l'azote.

» Cette alternative de dégagement et d'absorption d'azote que présente le même animal lorsqu'il est soumis à divers régimes, est favorable à l'opinion d'Edwards, qui admet que le dégagement et l'absorption d'azote ont toujours lieu simultanément pendant la respiration, et que l'on n'observe jamais que la résultante de ces deux effets contraires.

» 5° Le rapport entre la quantité d'oxygène contenu dans l'acide carbonique et la quantité totale d'oxygène consommé paraît dépendre

Digitized by Google

beaucoup plus de la nature des aliments que de la classe à laquelle appartient l'animal. Ce rapport est le plus grand lorsque les animaux se nourrissent de grains, et il dépasse souvent l'unité. Quand ils se nourrissent de viande, ce rapport est plus faible et varie de 0,62 à 0,80. Avec le régime des légumes le rapport est en général intermédiaire entre celui que l'on observe avec le régime de la viande et celui que donne le régime du pain.

» 6° Ce rapport est à peu près constant pour les animaux de même espèce qui sont soumis à une alimentation parfaitement uniforme, comme cela est facile à réaliser pour les chiens ; mais il varie notablement pour les animaux d'une même espèce, et pour le même animal soumis au même régime, mais dont on ne peut pas régler l'alimentation, comme les poules.

» 7° Lorsque les animaux sont à l'inanition, le rapport entre l'oxygène contenu dans l'acide carbonique et l'oxygène total consommé est à peu près le même que celui que l'on observe pour le même animal soumis au régime de la viande. Il est cependant, en général, un peu plus faible. L'animal, à l'inanition, ne fournit à la respiration que sa propre substance, qui est de la même nature que la chair qu'il mange, lorsqu'il est soumis au régime de la viande. Tous les animaux à sang chaud présentent donc, lorsqu'ils sont à l'inanition, la respiration des animaux carnivores.

» 8° Le rapport entre l'oxygène contenu dans l'acide carbonique et l'oxygène total consommé varie, pour le même animal, depuis 0,62 jusqu'à 1,04, suivant le régime auquel il est soumis. Il est donc loin d'être constant, comme cela était supposé par MM. Brunner et Valentin.

» 9° Lavoisier avait cherché à prouver que la chaleur dégagée par un animal dans un temps donné est précisément égale à celle que produirait, par une combustion vive dans l'oxygène, le carbone contenu dans l'acide carbonique produit, et l'hydrogène qui formerait de l'eau avec la portion de l'oxygène consommée ne se retrouvant pas dans l'acide carbonique. »

Ce phénomène de production de chaleur par les réactions chimiques qui se passent dans l'animal est dû à des réactions plus complexes que ne l'avait admis Lavoisier. Les substances animales qui se brûlent par la respiration sont formées de carbone, d'hydrogène, d'azote et d'oxygène ; la quantité de chaleur dégagée dans cette combustion est évidemment différente de celle que produiraient les mêmes éléments, en brûlant à l'état de liberté ; d'ailleurs une partie des substances animales est entraînée par les excrétions (urée, acide urique) : « C'est donc par une coïncidence toute fortuite que les quantités de chaleur dégagées par un animal se sont trouvées, dans les expériences de Lavoisier, de Dulong et de M. Despretz, à peu près égales à celles que donneraient en brûlant le

Digitized by Google

carbone de l'acide carbonique produit et l'hydrogène de l'eau formée. »

» 10° Les quantités d'oxygène consommées par le même animal dans des temps égaux varient beaucoup suivant les diverses périodes de la digestion, l'état de mouvement, et suivant une foule de circonstances qu'il est impossible de spécifier. Pour les animaux d'une même espèce et à égalité de poids, la consommation d'oxygène est bien plus grande chez les jeunes individus que chez les adultes ; elle est plus grande chez les animaux maigres, mais bien portants, que chez les animaux très gras.

» 11° La consommation d'oxygène faite dans des temps égaux par des poids égaux d'animaux appartenant à la même classe, varie beaucoup avec la grosseur absolue. Ainsi elle est 10 fois plus grande chez les petits oiseaux, tels que les moineaux et les verdiers, que chez les poules.

» Comme ces diverses espèces possèdent la même température, et que les plus petites présentent comparativement une surface beaucoup plus grande à l'air ambiant, il faut que les causes de chaleur agissent plus énergiquement et que la respiration soit plus abondante.

» 12° Les animaux à sang chaud ne dégagent par la respiration que des quantités infiniment petites et presque indéterminables d'ammoniaque et de gaz sulfuré. »

Mammifères hibernants. — Les mammifères tels que la marmotte absorbent de l'azote, et le rapport de la quantité d'oxygène contenue dans l'acide carbonique dégagé à celle de l'oxygène consommé est beaucoup plus faible, car il ne s'élève quelquefois qu'à 0,4. Il en résulte que ces animaux augmentent de poids par la seule respiration. Mais cette augmentation n'est pas indéfinie, parce que de temps en temps l'animal rend des urines.

« 13° La consommation d'oxygène par les marmottes engourdies est faible ; elle ne s'élève qu'à $\frac{1}{30}$ de celle qu'exigent les marmottes éveillées ; et il est possible que cette consommation soit plus petite, lorsque ces animaux sont exposés à une température beaucoup plus basse qu'ils ne l'ont été dans les expériences.

» 14° Au moment où les marmottes sortent de léthargie, la respiration devient extrêmement active, et, pendant la période de leur réveil, elles consomment plus d'oxygène que lorsqu'elles sont complétement éveillées.

» 15° Les marmottes engourdies peuvent séjourner longtemps, sans en éprouver d'effets fâcheux, dans un air pauvre en oxygène, qui asphyxie en quelques instants une marmotte éveillée. »

Animaux à sang froid. — « 16° La respiration des reptiles consomme, à poids égal, beaucoup moins d'oxygène que celle des animaux à sang chaud ; mais elle ne diffère pas sensiblement de cette dernière sous le rapport de la nature et de la proportion des gaz absorbés et dégagés. Les expériences ont donné tantôt un dégagement, tantôt une absorption d'azote.

Digitized by Google

» 17° Les grenouilles auxquelles on a enlevé les poumons continuent à respirer à peu près avec la même activité que lorsqu'elles étaient intactes ; elles vivent souvent pendant plusieurs jours, et les proportions de gaz absorbé et dégagé diffèrent peu de celles que l'on remarque sur les grenouilles intactes. Ce fait semble démontrer que la respiration des grenouilles a lieu principalement par la peau. »

La respiration des vers de terre est comparable à celle des grenouilles. Mais celle des insectes est plus active; elle dépense à poids égal à peu près autant d'oxygène que celle des mammifères.

Enfin les animaux de diverses classes peuvent respirer normalement dans une atmosphère contenant deux ou trois fois plus d'oxygène que l'air ambiant, ou bien dans une atmosphère dont une partie de l'azote est remplacée par de l'hydrogène. Seulement dans ce dernier cas la respiration s'active davantage.

Nous donnerons, en terminant ces généralités sur la respiration, les quantités de gaz dissoutes dans le sang veineux et le sang artériel :

Quantités de gaz existant dans les deux sangs.

Sang artériel d'un cheval . . .	125c.c.	donnent	9,8 de gaz	5,4 acide carbonique. 1,9 oxygène. 2,5 azote.
Sang veineux du même cheval.	205	—	12,2 —	8,8 acide carbonique. 2,3 oxygène. 1,1 azote.
Même sang	195	—	14,2 —	10,0 acide carbonique. 2,5 oxygène. 1,7 azote.
Sang artériel d'un cheval . . .	130	—	16,3 —	10,7 acide carbonique. 4,1 oxygène. 1,5 azote.
Même sang	122	—	10,2 —	7,0 acide carbonique. 2,2 oxygène. 1,0 azote.
Sang veineux du même cheval.	170	—	18,9 —	12,4 acide carbonique. 2,5 oxygène. 4,0 azote.
Sang artériel de veau	123	—	14,5 —	9,4 acide carbonique. 3,5 oxygène. 1,6 azote.
Même sang	108	—	12,6 —	7,0 acide carbonique. 3,0 oxygène. 2,6 azote.

Digitized by Google

Sang veineux du même veau.	153c.c.	donnent	13,3 de gaz	10,2 acide carbonique. 1,8 oxygène. 1,3 azote.
Le même	140	—	7,7 —	6,1 acide carbonique. 1,0 oxygène. 0,6 azote.

(M. Magnus.)

URINE.

La sécrétion urinaire s'exerce au moyen des reins, qui séparent du sang un certain nombre de corps.

On sait que les urines varient, sous le rapport physiologique, suivant le genre d'alimentation ; aussi a-t-on distingué les urines en urines d'herbivores et en urines de carnivores.

Chez les herbivores, les urines tiennent en suspension du carbonate de chaux et du carbonate de magnésie, tandis que, chez les carnivores, elles sont acides, claires et contiennent beaucoup d'urée.

Toutes les variétés d'urine, considérées au point de vue physiologique, peuvent être ramenées à des conditions de fixité bien déterminées. Chez tous les animaux privés de nourriture, les urines sont identiques chimiquement et physiquement ; c'est donc l'alimentation qui change la nature des urines. Le rapport de l'urine avec l'alimentation de l'animal est connu depuis longtemps. Des chiens nourris exclusivement avec du sucre rendent des urines semblables à celles des animaux herbivores. Lorsque l'animal est à jeun, on peut le considérer comme carnivore ; car alors il se nourrit de sa propre substance et ses urines présentent tous les caractères de l'urine des carnivores.

Sous le rapport physique, l'urine se présente sous beaucoup de formes. Chez certains reptiles, les ophidiens, par exemple, l'urine est solide, et ces reptiles rendent des calculs d'acide urique ; chez d'autres, les batraciens, elle est très liquide et contient à peine des traces d'urée. Chez les oiseaux et les poissons, il n'y a pas d'appareil particulier pour la sortie de l'urine, qui est évacuée avec les excréments.

La quantité d'urine évacuée ne peut être soumise à aucune appréciation fixe ; elle est peut-être augmentée ou diminuée par un certain nombre de conditions physiologiques. La sécrétion urinaire augmente quand la transpiration cutanée et pulmonaire diminue, tandis qu'elle diminue quand la transpiration augmente. Ainsi elle augmente en hiver et elle diminue en été. Il en résulte que, chez les individus des pays chauds, les reins fonctionnent peu, tandis que, dans les pays froids, les reins fonctionnent beaucoup ; aussi les maladies de la peau sont fréquentes

Digitized by Google

dans les pays chauds, et les maladies des reins se constatent surtout dans les pays froids.

L'injection des substances liquides augmente en général la sécrétion de l'urine. L'injection de certaines substances particulières, dites *diurétiques*, qui accélèrent la circulation, déterminent une augmentation de sécrétion. D'autres diminuent cette sécrétion. Les cantharides diminuent la sécrétion et agissent d'une manière particulière en faisant passer l'albumine dans les urines. Les sels qui sont éliminés par les urines activent aussi pour la plupart la sécrétion de ce liquide.

Le minimum d'urine rendu par l'homme en vingt-quatre heures est de 656 grammes et le maximum de 1656 grammes. (M. Rayer.)

L'urine, dans les conditions ordinaires chez l'homme, est un liquide clair, d'une couleur ambrée, dont la densité moyenne est 1,018. L'urine peut varier suivant le moment où elle a été sécrétée. Aussitôt après le repas, elle est plus aqueuse et moins dense. L'urine rendue le matin est moins aqueuse et chargée d'une plus grande quantité de sels.

Chez les enfants, l'urine présente une densité très faible, contient beaucoup d'eau, très peu d'urée et de sels.

Au bout de quelques jours, l'urine, qui d'abord était acide, acquiert une odeur ammoniacale, réagit à la manière des alcalis, se couvre d'une pellicule mucilagineuse, blanche, et laisse déposer de petits cristaux blancs de phosphate ammoniaco-magnésien.

COMPOSITION CHIMIQUE DE L'URINE.

La composition chimique de l'urine à l'état normal a été déterminée par un grand nombre de chimistes, et, dans ces derniers temps, l'urine de l'homme a été analysée par MM. Lehmann, Lecanu et Becquerel.

Composition de l'urine normale de l'homme, par M. Lehmann.

Eau	936,76	931,41	932,41
Matières solides	63,24	68,58	67,59
Urée	31,45	32,91	32,90
Acide urique	1,02	1,07	1,07
Acide lactique	1,49	1,55	1,51
Extrait aqueux	1,62	0,59	0,63
Extrait alcoolique	10,06	9,81	10,87
Lactate d'ammoniaque	1,89	1,96	1,73
Chlorure de sodium et sel ammoniac	3,64	3,60	3,71
Sulfates alcalins	7,31	7,29	7,32
Phosphate de soude	3,76	3,66	3,98
Phosphates de chaux et de magnésie	1,13	1,18	1,10
Mucus	0,11	0,10	0,11

Digitized by Google

COMPOSITION MOYENNE DE L'URINE CHEZ L'HOMME ET CHEZ LA FEMME, PAR M. A. BECQUEREL.

	HOMME.		FEMME.		MOYENNE GÉNÉRALE.	
	Urine des 24 heures.	Composition sur 1000.	Urine des 24 heures.	Composition sur 1000.	Urine des 24 heures.	Composition sur 1000.
Quantités d'urine	1267,300	1000,000	1371,700	1000,000	1319,800	1000,000
Densité	1,018	»	1,015	»	1,017	»
Eau	1227,779	968,815	1337,489	975,052	1282,634	971,935
Matières données par l'évaporation directe	39,521	31,185	34,211	24,948	36,866	28,066
Urée	17,537	13,838	15,582	10,366	16,555	12,102
Acide urique	0,495	0,391	0,557	0,406	0,526	0,398
Sels indécomposables à la température rouge	9,751	1,695	8,426	6,143	(*) 9,089	(**) 6,919
Matières organiques qu'on ne peut isoler et doser séparément : Acide lactique, Lactate d'ammoniaque, Matières colorantes, Matières extractives, Chlorhydrate d'ammoniaque	11,738	9,261	9,655	8,033	10,696	8,647

Composition de ces sels.

Chlore	(*) 0,659	(**) 0,502
Acide sulfurique	1,123	0,855
Acide phosphorique	0,417	0,317
Potasse	1,708	1,300
Soude, Chaux, Magnésie	5,181	3,944

Digitized by Google

DOSAGE DES MATIÈRES CONTENUES DANS L'URINE.

Pour doser l'urée contenue dans l'urine, on fait concentrer cette urine, on la traite par l'alcool, qui dissout l'urée et précipite l'acide urique, les urates et les sels inorganiques. On fait ensuite passer l'urée à l'état d'azotate et on la dose à cet état. (M. Lecanu.)

L'azotate d'urée étant soluble dans l'acide azotique, les résultats obtenus par cette méthode ne présentent pas une grande exactitude.

Le procédé de dosage suivant, fondé sur le dédoublement en acide carbonique et en ammoniaque que subit l'urée quand on traite ce corps par l'acide sulfurique concentré, est plus certain.

On additionne de 30 gouttes d'acide chlorhydrique 6 à 8 grammes d'urine récente et refroidie, puis on abandonne ce mélange à lui-même dans un endroit frais. La totalité de l'acide urique que renferme l'urine se dépose dans l'espace de vingt-quatre heures. On filtre et l'on recueille la liqueur claire dans un creuset de platine où l'on ajoute ensuite 6 grammes d'acide sulfurique. Ce creuset est chauffé doucement jusqu'à ce que le dégagement d'acide carbonique commence à s'opérer. On le recouvre, à ce moment, d'un verre de montre pour empêcher les pertes par projection et l'on continue à élever lentement la température, en ayant soin toutefois de ne pas dépasser 180°. Lorsque la décomposition de l'urée est achevée, ce qui est indiqué par l'arrêt du dégagement de gaz, on reprend par de l'eau le contenu du creuset, et, après avoir filtré la dissolution, on l'évapore presque à siccité; le résidu se compose d'acide sulfurique, de sulfate de potasse, de sulfate de soude, de sulfate d'ammoniaque, de phosphates et de quelque peu de matière organique. On verse successivement sur ce résidu 20 gouttes d'acide chlorhydrique, un faible excès de bichlorure de platine dissous, et de l'alcool éthérisé : la potasse, l'ammoniaque existant normalement dans l'urine et celle qui provient de l'urée, se précipitent à l'état de combinaison avec le chlorure de platine. On jette, six ou huit heures après, le précipité sur un filtre, on le lave avec de l'alcool chargé d'éther et on le calcine dans un creuset taré. Le produit de la calcination est ensuite détaché à chaud du creuset au moyen d'une petite quantité d'acide chlorhydrique étendu, épuisé sur un filtre par le même acide et introduit avec ce filtre dans le creuset qui a déjà servi et que l'on porte au rouge. On obtient ainsi du platine métallique qui, déduction faite du poids des cendres du filtre, correspond à la quantité de potasse, d'ammoniaque et d'urée contenue dans l'urine.

Il faut maintenant évaluer les proportions de potasse et d'ammoniaque qui se trouvent normalement dans l'urine et que le bichlorure de platine a précipitées dans l'opération précédente. Pour cela, on ajoute dans 1 volume de la même urine une quantité convenable de bichlorure de

Digitized by Google

platine, puis 3 volumes d'alcool et 1 volume d'éther. Le précipité qui se forme est recueilli après huit ou dix heures sur un filtre, calciné et lavé avec de l'acide chlorhydrique bouillant. On obtient ainsi un poids de platine qui, étant soustrait de celui que l'on a déterminé dans la première opération, indique la quantité de platine correspondant à l'urée. Or, puisque l'urée en se décomposant produit 2 équivalents d'ammoniaque, comme l'indique l'équation suivante,

$$C^2H^4Az^2O^2 + 2HO = 2CO^2 + 2AzH^3,$$

et que le chloroplatinate d'ammoniaque contient $PtCl^2,AzH^3,HCl$, il est évident que 2 équivalents de platine correspondent à 1 équivalent d'urée. Connaissant le poids de platine, on peut donc, au moyen d'une proportion, déterminer la richesse de l'urine en urée. (M. Heintz.)

Le dosage de l'urée à l'aide de l'azotite de mercure s'exécute de la manière suivante : On prépare de l'azotite de mercure en dissolvant, à une température peu élevée, 125 grammes de mercure dans 168 grammes d'acide azotique d'une densité égale à 1,4, puis on étend la liqueur de 2 fois son volume d'eau et on l'enferme dans un flacon. L'azotite de mercure ainsi obtenu peut se conserver longtemps sans perdre de son efficacité. Pour opérer le dosage, on introduit successivement 15 à 20 grammes d'urine et 40 à 50 centimètres cubes de la solution mercurielle dans un ballon de 150 à 200 centimètres cubes de capacité, et au col duquel on adapte un bouchon traversé par deux tubes : l'un de ces tubes est fermé à la lampe; l'autre communique avec un tube en U rempli de ponce sulfurique, et mis lui-même en communication avec un appareil à boule de Liebig que l'on a pesé après y avoir introduit une dissolution concentrée de potasse. La décomposition, qui commence à froid, exige, pour être complète, que l'on fasse bouillir un instant le mélange : elle est achevée lorsque des vapeurs rutilantes apparaissent dans le ballon. On adapte alors un tube d'aspiration à l'appareil de Liebig, on brise l'extrémité du tube fermé qui traverse le bouchon du ballon, et, en aspirant, on remplace l'acide carbonique par de l'air. L'augmentation de poids que subit le tube à potasse pendant l'opération est précisément égale au poids de l'acide carbonique produit. En multipliant ce poids par 1,731, (1,3636, M. Gerhardt), on obtient celui de l'urée que contient l'urine. (M. Millon.)

Pour obtenir l'acide urique, on prend le résidu du traitement de l'urée par l'alcool ; on y ajoute de l'acide chlorhydrique pur; les sels se dissolvent, et l'acide urique reste en suspension ; on filtre. L'acide urique est retenu par le filtre et peut être pesé après avoir été desséché.

On peut encore doser l'acide urique en ajoutant de l'acide acétique ou de l'acide phosphorique dans l'urine, laissant reposer quelque temps

Digitized by Google

le mélange et recueillant l'acide urique précipité : cet acide est pesé après dessiccation.

Ce mode de dosage est très prompt, mais il donne en général un poids trop faible, à cause de l'insolubilité imparfaite de l'acide urique. Cependant, comme la perte ne dépasse pas en général 0,09 pour 1000 de l'urine employée, on peut avoir recours à cette méthode dans plusieurs cas.

Lorsque l'urine renferme de la bile, la perte en acide urique est plus forte; toutefois elle ne s'élève jamais au-dessus de 0,25 pour 1000 de l'urine employée. (M. Heintz.)

On obtient les sels de l'urine par la calcination dans un creuset de platine, et on les dose ensuite chacun séparément par les méthodes ordinaires.

Nous allons examiner successivement les variations que les principes existants dans l'urine peuvent subir, et les influences sous lesquelles ces variations se produisent.

La quantité d'eau contenue dans les urines est très considérable. L'homme rend en moyenne 1228 grammes d'eau en vingt-quatre heures, et la femme 1337. (M. Becquerel.)

L'urée et l'acide urique proviennent des matières azotées de l'alimentation des animaux ; ils se forment dans le sang et sont éliminés par les urines.

Une alimentation animale abondante augmente la quantité d'acide urique. Aussi fait-on disparaître l'acide urique dans les urines en donnant à l'homme ou aux animaux des aliments végétaux. Ainsi, dans la gravelle urique, on fait usage constamment d'aliments végétaux.

L'urée existe en très grande proportion chez les animaux à jeun ou nourris avec de la viande. Chez les herbivores, elle est en très faible proportion. Les herbivores contiennent un élément qui n'existe pas chez les carnivores en général : c'est l'acide hippurique.

Lorsqu'on enlève les reins, l'urée ne peut plus trouver issue par les voies urinaires ; alors elle s'échappe de l'économie par d'autres sécrétions, et surtout par les sécrétions intestinales, sous forme de sels ammoniacaux, et ce n'est que dans les derniers temps de la vie des animaux, lorsque l'urée ne peut plus être évacuée, que ce principe s'accumule dans le sang et peut y être retrouvé.

Les carbonates existent dans les urines alcalines.

Dans les urines des animaux à jeun ou des carnivores, il n'existe pas de carbonates. En général, on fait disparaître les carbonates par des aliments azotés.

Les phosphates se rencontrent dans les urines acides des animaux

Digitized by Google

carnivores ; ils y existent à l'état de phosphate acide et disparaissent de l'urine sous l'influence du régime végétal.

L'urine contient de la créatine et de la créatinine. (M. Liebig.)

M. Wœhler vient de signaler la présence de l'allantoïne dans l'urine des jeunes veaux.

Le tableau suivant démontre que l'urine humaine peut donner des dépôts dont la composition est souvent très variable.

ÉTAT DE L'URINE.	PESANTEUR spécifique de l'urine.	NATURE ET POIDS DU DÉPÔT.		Pour 1000 grammes d'urine.
				grammes.
Très acide	1,0073	Bi-urate d'ammoniaque.		0,150
Très acide	1,0073	Calcul xanthique	0,200	0,400
		Mucus	0,200	
		Acide urique.	traces	
Neutre	1,0110	Carbonates de magnésie et de chaux	0,140	0,757
		Phosph. de magn. et de chaux.	0,617	
Acidité très faible.	1,0280	Acide urique	1,440	1,600
		Carbonate de chaux.	0,160	
Très acide	1,0238	Albumine.	0,030	0,042
		Acide rosacique.	0,005	
		Phosphate et carbonate de chaux	0,007	
Alcaline.	»	Matière animale.	traces	0,290
		Carbonate de chaux.	traces	
		Phosphate de chaux	0,290	
Alcaline.	1,0310			
Très acide	1,0260			
Très acide	1,0220	Acide urique.		
		Albumine.		
		Phosphate de chaux.		
Acide.	1,0270	Acide urique.		

(M. Marin.)

Influence du régime alimentaire sur la composition de l'urine.

Nature du régime alimentaire.	Résidu de l'urine.	Urée.	Acide lithénique.	Ac. lactique et lactates.	Matières extractives.
Régime mêlé	67,82	32,498	1,183	2,725	10,489
Régime animal	87,44	53,198	1,478	2,167	5,196
Régime végétal	59,24	22,481	1,021	2,669	16,499
Régime non azoté . . .	41,68	15,408	0,735	5,276	11,854

(M. Lehmann.)

Digitized by Google

URINE A L'ÉTAT PATHOLOGIQUE.

Les maladies peuvent apporter dans l'urine des changements qui se rapportent soit à son état physique, soit à son état chimique.

Sous le rapport physique, l'urine peut varier de densité, de couleur, de consistance et de transparence.

La densité minimum de l'urine est 1,001 dans la polydipsie ; la densité maximum est 1,040 dans le diabète sucré (M. Rayer). L'urine peut prendre une couleur très foncée et rougeâtre dans quelques maladies : dans le rhumatisme aigu, par exemple ; dans d'autres cas, elle peut être entièrement décolorée, comme dans les affections nerveuses et la migraine en particulier. Dans l'hématurie et dans plusieurs autres maladies, la présence du sang ou de la matière colorante avec une certaine quantité d'albumine, rendent l'urine rouge ou rougeâtre. La quantité d'urine évacuée augmente dans la polydipsie et le diabète : elle diminue dans la fièvre et les maladies du foie. L'état morbide peut avoir de l'influence sur la quantité d'eau évacuée par les urines : pour déterminer cette quantité d'eau, il faut évaporer un poids donné de cette urine, l'aréomètre pouvant donner à cet égard des indications trompeuses ; car la pesanteur de l'urine n'est pas toujours en rapport avec la quantité de sels qu'elle contient, et peut être augmentée par certains principes accidentels, tels que le sucre, l'albumine, etc. La proportion d'eau augmente dans la polydipsie et dans le diabète ; sous certaines influences morbides, la proportion d'eau peut diminuer, soit par l'augmentation des autres principes constituants de l'urine, soit par la présence de principes accidentels ; la quantité d'eau évacuée diminue dans la fièvre.

Les principes solides de l'urine croissent dans une proportion très grande dans le diabète ; l'urée diminue dans certaines affections nerveuses : l'acide urique augmente dans la goutte et disparaît souvent dans le diabète sucré.

Un adulte évacue normalement dans l'espace de vingt-quatre heures :

0gr,5 à 0gr,9 d'acide urique,
10,5 de chlorure de sodium,
2,1 d'acide sulfurique (à l'état de sulfate),
3,2 à 5,2 d'acide phosphorique (à l'état de phosphates de chaux et de magnésie),
0,15 de matières extractives.

L'évacuation du phosphate de chaux diminue pendant la grossesse : elle devient tellement faible vers le huitième mois, que les réactifs n'indiquent plus dans l'urine la présence de la chaux.

Outre les matières que nous avons citées, l'urine peut contenir nor-

Digitized by Google

malement diverses substances, telles que les principes constituants du sang, du chyle et de la bile, la caséine, le glucose, le carbonate d'ammoniaque, l'oxalate de chaux, la cystine, etc.

Le glucose se rencontre dans l'urine diabétique.

L'emploi du microscope est avantageux dans quelques cas pour déterminer la composition de l'urine. Ainsi, que l'on place par exemple sur le porte-objet une goutte d'urine de femme enceinte, cette urine laissera un résidu d'un aspect particulier, dû à la faible proportion de sulfate et de phosphate de chaux qui s'y trouve.

L'urine des phthisiques et des individus atteints du diabète donne un résidu collant et visqueux ; dans la fièvre typhoïde, les rhumatismes aigus et les pneumonies, le résidu prend un aspect nacré.

On reconnaît facilement la présence de l'albumine dans la sécrétion urinaire à l'aide de l'acide azotique. Il suffit de verser cet acide dans l'urine éclaircie par le repos ; l'albumine qui s'y trouve est immédiatement coagulée.

L'urine très riche en albumine la laisse coaguler par l'action de la chaleur. On détermine la coagulation de cette substance en chauffant une petite quantité d'urine jusqu'à l'ébullition, après l'avoir additionnée de quelques gouttes d'acide acétique.

La bile se reconnaît facilement à la couleur jaune verdâtre que prend l'éther bouillant par l'agitation avec l'urine.

La présence de la bile peut aussi être constatée en additionnant l'urine d'acétate de baryte, reprenant par l'alcool le précipité qui se forme, et le décomposant ensuite par l'acide chlorhydrique. La liqueur, soumise à l'évaporation, laisse un résidu dont l'eau sépare à l'état insoluble la matière colorante de la bile.

Il est souvent nécessaire dans le diabète de doser la quantité de sucre que contient l'urine du malade, afin de se rendre compte de la marche de la maladie. Dans ce cas, on a recours aux procédés optiques que nous avons déjà indiqués.

On peut aussi additionner l'urine d'une petite quantité de levûre de bière et déterminer alors, d'après la proportion d'acide carbonique qui se dégage pendant la fermentation, la quantité de glucose existant dans l'urée.

Les quantités trop faibles pour être décelées par ce dernier procédé peuvent être découvertes par la méthode suivante : on évapore au bain-marie quelques gouttes d'urine, et, après avoir arrosé le résidu avec de l'acide sulfurique étendu de six fois son volume d'eau, on chauffe doucement : la masse ne tarde pas à noircir.

Le réactif de Frommherz (tartrate double de potasse et de cuivre) peut servir également à constater la présence du sucre dans l'urine.

L'urine de diabétique se reconnaît encore à la coloration brune qui se

Digitized by Google

manifeste lorsqu'après avoir placé une goutte de cette urine sur un morceau de mérinos blanc, trempé plusieurs jours avant l'essai dans une dissolution concentrée de bichlorure d'étain, on chauffe l'étoffe au-dessus de quelques charbons (M. Maumenée).

Pendant la chlorose, une certaine quantité de fer passe dans les urines. La présence de ce métal peut être facilement décelée au moyen du cyanoferrure de potassium.

Analyses d'urines diabétiques, par MM. Simon et Bouchardat.

	Simon.		Bouchardat.
	I.	II.	I.
Densité	1,018	1,016	»
Eau	957,00	960,00	837,58
Matériaux solides	43,00	40,00	162,42
Urée	traces	7,99	8,27
Acide urique	traces	traces	»
Sucre	39,80	25,00	134,42
Extrait alcoolique, Extrait aqueux, Sels	2,10	6,50	5,27
Phosphates et mucus	0,52	0,80	0,24
Albumine	traces	traces	»
Oxyde de fer	»	»	0,14

Urine diabétique, par M. Reich.

Sucre	43,300
Acide urique	1,310
Urée	9,700
Mucus	0,280
Matières extractives colorantes solubles dans l'alcool	16,220
Matières extractives solubles dans l'eau	4,363
Chlorure de sodium	0,820
Chlorure de potassium	0,266
Phosphate de soude	1,745
Phosphate de chaux	0,330
Sulfate de potasse	0,251
Phosphate de magnésie	0,023
Silice	0,032
Eau	921,360

Digitized by Google

Urine visqueuse, par MM. Cap et Henry.

1° Urine filtrée :

Eau	98,12
Urée	0,40
Albumine	0,17
Mucus	0,50
Chlorure de sodium	0,81
Chlorure de potassium	
Chlorhydrate d'ammoniaque	
Urate d'ammoniaque	
Phosphate de soude	
Phosphate d'ammoniaque	
Phosphate de chaux	
Phosphate ammoniaco-magnésien	
Sulfate de soude	
Lactate d'ammoniaque	
	100,00

2° Sédiment :

Phosphate de chaux	1,00
Phosphate ammoniaco-magnésien	
Urate de chaux mêlé d'urate d'ammoniaque acide	

Urine d'un malade atteint d'un ramollissement des os, par M. Bence.

Eau	890,72
Substance organique	66,97
Urée et extrait alcoolique	29,90
Acide urique	0,96
Phosphate terreux	1,20
Chlorure de sodium	3,83
Sulfate de potasse	2,10
Phosphates alcalins	4,45

Digitized by Google

COMPOSITION DE L'URINE CHEZ LES ANIMAUX.

L'urine, étudiée dans tous les animaux, présente des différences notables. Chez les mammifères carnivores, elle se rapproche beaucoup de celle de l'homme, et contient :

Eau		846,1
Urée, extrait alcoolique et acide lactique	132,20	153,9
Acide urique	0,22	
Mucus	5,1	
Sulfate de potasse	1,2	
Sel ammoniac avec un peu de chlorure de sodium	1,16	
Phosphates terreux	1,76	
Phosphate de potasse et de soude	8,02	
Phosphate d'ammoniaque	1,02	
Lactate de potasse	3,30	
	153,98	1000,0

Chez les mammifères herbivores, l'urine contient de l'urée; mais au lieu d'acide urique, on y trouve de l'acide hippurique.

L'urine normale de cheval contient :

Eau	885,09	912,84
Matière extractive soluble dans l'eau	21,32	19,25
Matière extractive soluble dans l'alcool	25,50	18,26
Sels solubles dans l'eau	23,40	40,00
Sels insolubles dans l'eau	17,80	
Urée	12,44	8,46
Acide hippurique	12,60	1,23
Mucus	0,05	0,06
	1000,00	1000,00

(M. DE BIBRA.)

L'urine de cheval diabétique renferme (1) :

	M. John.	M. Lassaigne
Eau	948,50	980,0
Extraits aqueux et alcoolique	33,30	15,0
Urée	33,30	
Mucus avec un peu de carbonate de chaux	0,80	
Acide hippurique	1,40	
Chlorure de potassium	traces	
Urates de chaux et de potasse	0,14	
Phosphate de chaux	0,70	
Carbonates de chaux et de magnésie	3,92	
Oxydes de fer et de manganèse	traces	
Sulfates, phosphates et chlorures alcalins	11,40	
Sulfate de potasse	»	5,0
	1000,00	1000,00

(1) Dans cette analyse, le sucre n'a pas été dosé.

Digitized by Google

L'urine de bœuf a été analysée par MM. Sprengel et de Bibra.

Analyse de M. Sprengel.

Eau	928,20
Urée	40,00
Albumine	0,10
Mucus	1,90
Acide benzoïque	0,90
Acide lactique	5,16
Acide carbonique	2,50
Potasse	2,64
Soude	5,54
Silice	0,36
Alumine	0,04
Oxyde de manganèse	0,01
Chaux	0,65
Magnésie	0,36
Chlore à l'état de chlorure	2,72
Acide sulfurique	4,05
Phosphore à l'état de phosphate	0,70

Analyse de de Bibra.

	I.	II.
Eau	912,01	925,10
Matières extractives solubles dans l'eau	22,48	16,43
Matières insolubles dans l'alcool	14,21	10,20
Sels solubles dans l'eau	24,42	25,77
Sels insolubles	1,50	2,22
Urée	19,76	10,22
Acide hippurique	3,55	12,00
Mucus	0,07	0,06
	1000,00	1000,00

Urine d'un porc nourri avec des pommes de terre.

Urée.	Chlorure de sodium.
Bicarbonate de potasse.	Lactate alcalin.
Carbonate de magnésie.	Acide hippurique.
Carbonate de chaux.	Silice.
Sulfate de potasse.	Eau et matières organiques indéterminées.
Phosphate de potasse.	

Digitized by Google

Urine d'une vache nourrie avec du regain et des pommes de terre.

Urée.	Sulfate de potasse.
Hippurate de potasse.	Chlorure de sodium.
Lactate de potasse.	Silice.
Bicarbonate de potasse.	Acide phosphorique.
Carbonate de magnésie.	Eau et matières indéterminées.
Carbonate de chaux.	

Urine d'un cheval nourri avec du trèfle vert et de l'avoine.

Urée.	Carbonate de magnésie.
Hippurate de potasse.	Sulfate de potasse.
Lactate de potasse.	Chlorure de sodium.
Lactate de soude.	Silice.
Bicarbonate de potasse.	Phosphates.
Carbonate de chaux.	Eau et matières indéterminées.

Analyse de l'urine de vache (Boussingault).

Urée	18,48
Hippurate de potasse	16,51
Lactate de potasse	17,16
Bicarbonate de potasse	16,12
Carbonate de magnésie	4,74
Carbonate de chaux	0,55
Sulfate de potasse	3,60
Chlorure de sodium	1,52
Silice	traces
Acide phosphorique	»
Eau et matières indéterminées	921,32
	1000,00

Urine de veau, par M. Braconnot.

Phosphate ammoniaco-magnésien	0,18
Chlorure de potassium	3,22
Sulfate de potasse	0,44
Matière animale	2,36
Urée	
Phosphate de fer	traces
Phosphate de chaux	
Phosphate de potasse	
Acide organique uni à la potasse	
Silice	
Mucus et chlorure de sodium	
Eau	993,80

Digitized by Google

Analyse de l'urine de tortue (John).

Matières animales solubles dans l'alcool, mêlées avec du phosphate d'ammoniaque et des chlorures . . .	0,63
Urate d'ammoniaque avec une matière animale soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool.	0,37
Matière animale insoluble dans l'eau et l'alcool, mêlée probablement avec du phosphate de chaux.	1,50
Eau	97,50
	100,00

Urine de cheval (Boussingault).

Urée	31,00
Hippurate de potasse	4,74
Lactate de potasse.	11,28
Lactate de soude	8,81
Bicarbonate de potasse	15,50
Carbonate de chaux.	10,82
Carbonate de magnésie	4,16
Sulfate de potasse.	1,18
Chlorure de sodium.	0,74
Silice	0,01
Phosphate.	»
Eau et matières indéterminées.	910,76
	1000,00

Urine de mouton (Braconnot).

1 litre renferme en matières solides :

Chlorure de potassium.	6,13
Sulfate de potasse.	3,74
Carbonate de magnésie	1,40
Urée, matière animale	quantités indéterminées.
Hippurate et bicarbonate.	
Hippurate de potasse.	
Carbonate de chaux, mucus et oxyde de fer	

Digitized by Google

Urine de porc (Boussingault).

Urée	0,490
Bicarbonate de potasse	1,074
Carbonate de magnésie	0,037
Carbonate de chaux	traces
Sulfate de potasse	0,198
Phosphate de potasse	0,102
Chlorure de sodium	0,128
Lactate alcalin	indéterminé
Acide hippurique	»
Silice	0,007
Eau et matières organiques indéterminées	97,914
	100,000

CALCULS URINAIRES.

L'urine laisse quelquefois déposer dans la vessie des substances solides cristallines qui portent le nom de *calculs urinaires*. Ils se composent ordinairement d'acide urique, d'urate d'ammoniaque, de phosphate de chaux, de phosphate ammoniaco-magnésien, et d'oxalate de chaux.

Les calculs de cystine et d'oxyde xanthique sont rares.

Il est souvent important pour le médecin de déterminer la nature chimique de ces calculs.

Les *calculs d'acide urique* offrent l'aspect de petits rognons d'un rouge brun ou d'un jaune brunâtre, dont la surface est parsemée d'aspérités arrondies. Leur cassure est terreuse ou partiellement cristalline. On les reconnaît à leur solubilité dans l'acide azotique, et à la coloration rose qui se produit en évaporant cette dissolution en présence des vapeurs ammoniacales.

Les *calculs d'urate d'ammoniaque* sont petits, blancs ou d'un gris argileux; leur surface est tantôt lisse, tantôt mamelonnée; leur cassure est terreuse; ils sont formés de couches concentriques. Ces calculs présentent tous les caractères de l'acide urique, et se dissolvent entièrement dans la potasse en dégageant de l'ammoniaque.

Les *calculs de phosphate ammoniaco-magnésien* sont blancs et couverts de petits cristaux brillants. Ils se pulvérisent très facilement. Parfois aussi, mais ce cas est rare, ces calculs sont durs, demi-transparents et cristallins seulement dans leur cassure. Sous l'une ou sous l'autre de ces formes, les calculs de phosphate ammoniaco-magnésien se dissolvent dans les acides; on peut précipiter l'acide phosphorique de cette dissolution au moyen du perchlorure de fer et de l'ammoniaque; il reste alors

Digitized by Google

un sel de magnésie qui ne précipite pas par le carbonate d'ammoniaque en présence du sel ammoniac, et qui donne, avec le phosphate de soude ammoniacal, un précipité de phosphate ammoniaco-magnésien.

Les *calculs de phosphate de chaux* sont unis et d'un brun clair. Ils se composent de lamelles régulières placées les unes sur les autres. Leur cassure est striée et offre quelquefois une apparence de cristallisation. Ils se dissolvent sans effervescence dans les acides; cette dissolution, traitée par du perchlorure de fer et d'ammoniaque, donne naissance à un dépôt de phosphate de fer, et il reste dans la liqueur de la chaux, dont on peut reconnaître la présence au moyen de l'oxalate d'ammoniaque.

Le phosphate de chaux est ordinairement mêlé au phosphate ammoniaco-magnésien. Les calculs résultant de ce mélange sont crétacés et terreux. Leur intérieur renferme parfois des cavités remplies de cristaux du dernier de ces phosphates. Ils noircissent par l'action de la chaleur, dégagent de l'ammoniaque et entrent ensuite en fusion. L'acide chlorhydrique les dissout facilement; la liqueur, neutralisée autant que possible, puis additionnée d'oxalate d'ammoniaque, laisse déposer de l'oxalate de chaux. L'ammoniaque y détermine ensuite un précipité de phosphate ammoniaco-magnésien.

Les *calculs d'oxalate de chaux* (calculs mûraux) présentent une surface inégale, remplie de mamelons arrondis, et qui rappelle celle des mûres, ce qui leur a fait donner le nom de calculs mûraux. Leur teinte est brune ou d'un vert noirâtre. Ils laissent un résidu de carbonate de chaux à la calcination, et dégagent de l'oxyde de carbone bien reconnaissable à sa flamme bleue lorsqu'on les traite à chaud par l'acide sulfurique concentré. Ils sont, de plus, solubles dans l'acide azotique, et offrent alors tous les caractères des sels de chaux.

Les *calculs de cystine* sont cristallisés, d'un jaune pâle; ils répandent une odeur alliacée quand on les jette sur des charbons ardents. Ils contiennent du soufre dont on reconnaît la présence en les traitant par l'eau régale : il se produit de l'acide sulfurique.

Les *calculs de xanthine* sont tantôt lisses et luisants, tantôt mats et terreux; leur cassure est brunâtre; on y distingue des couches concentriques bien nettes.

Ces calculs diffèrent de ceux d'acide urique par leur insolubilité dans le carbonate de potasse et par la coloration jaune invariable que présente le résidu qu'on obtient en évaporant leur solution azotique, même en présence des vapeurs ammoniacales.

Digitized by Google

Analyse d'un calcul urinaire, par M. Wurtzer.

Phosphate de chaux	17,35
Acide azotique	75,33
Matière animale	6,32
Silice	1,00
	100,00

Analyse d'un calcul urinaire, par M. Alemanie.

Magnésie	51,00
Silice	20,00
Phosphate de fer	21,84
Carbonate de magnésie	4,00
Perte	3,16
	100,00

Analyse d'un calcul urinaire, par M. Laugier.

Acide urique	10
Urate d'ammoniaque	40
Phosphate d'ammoniaque	5
Oxalate de chaux	15
Matière animale	20
Humidité et perte	10
	100

Analyse de calculs urinaires humains, par M. Riey.

	Calcul de jeune femme.	Homme.
Albumine	0,500	0,0625
Graisse	0,250	0,0625
Carbonate de chaux	1,250	traces
Oxalate de chaux	0,750	»
Carbonate de soude	1,037	0,7500
Azotate de soude	0,125	»
Oxyde de fer et traces d'oxyde de manganèse	0,750	»
Mucosités de vessie et perte	0,338	»
Phosphate ammoniaco-magnésien	»	0,2500
	5,000	

Digitized by Google

Analyse d'un calcul cystique.

Cystine	97,5
Phosphate et oxalate de chaux	2,5
	100,0

(M. Lassaigne.)

Analyse d'un calcul urinaire, par Lindbergson.

Urate de soude	9,77
Phosphate de chaux	34,74
Phosphate ammoniaco-magnésien	38,35
Carbonate de chaux	3,14
Carbonate de magnésie	2,55
Albumine	6,87
Eau et perte	4,58
	100,00

Analyse d'un calcul urinaire ferrugineux humain, par M. Boussingault.

Oxyde de fer	38,81
Alumine	23,00
Silice	17,25
Chaux	8,02
Eau	10,89
Perte	2,03
	100,00

Analyse d'un calcul rénal, par M. de Koninck.

Phosphate ammoniaco-magnésien	83,673
Phosphate de soude	7,310
Chlorure de sodium	3,162
Chlorhydrate d'ammoniaque	2,644
Silice	0,356
Matière albumineuse	1,120
Matière animale soluble dans l'eau	0,636
Perte	1,099
	100,000

Digitized by Google

Analyse d'un calcul urinaire de cheval, par Landerer, et d'une concrétion urique de bœuf.

Substance huileuse soluble dans l'éther. . .	2,0	»
Substance brune soluble dans l'alcool. . . .	10,0	»
Corps extractif soluble dans l'eau, chlorhydrates, sulfates, et mucosités de vessie. . .	11,0	»
Phosphate de chaux	32,0	14,8
Phosphate de magnésie.	16,0	»
Carbonate de chaux	18,0	50,3
Carbonate de magnésie.	9,0	»
Silice et perte	2,0	»
Magnésie.	»	8,4
Acide carbonique.	»	4,5
Substances organiques	»	17,0
Eau.	»	5,0
	100,0	100,0
	(LANDERER.)	(HEERLEIN.)

Analyse d'un calcul urinaire vésical de tortue, par M. Lassaigne.

Acide urique.	72,4
Ammoniaque.	13,0
Chaux	1,0
Corps solubles dans l'eau.	13,6
	100,0

Analyse de calculs urinaires provenant de divers animaux, par Brandes.

	Chevaux.			Mouton	Chien.		Cochon	Lapin.
	I.	II.	III.		I.	II.		
Phosphate de chaux . .	76	45	60	72	64	80	10	39
Carbonate de chaux. . .	22	10	40	20	»	20	90	42
Phosphates de magnésie et d'ammoniaque. . .	»	28	»	»	30	»	»	»
Matière animale	»	15	»	8	6	»	»	19
Perte.	2	2	»	»	»	»	»	»
	100	100	100	100	100	100	100	100

Digitized by Google

Analyse d'un calcul urinaire de pélican, par Landerer.

Acide urique et urate d'ammoniaque	81,0
Phosphate de chaux et de magnésie	3,0
Carbonate de chaux	8,0
Substance jaune soluble dans l'éther	2,0
Corps amers extractifs solubles en partie dans l'eau, en partie dans l'éther	2,0
Chlorures	4,0
	100,0

LAIT.

Le lait est un liquide habituellement alcalin, blanc, opaque, inodore, d'une saveur sucrée, que sécrètent les glandes mammaires. Sa densité est variable.

	Densité.
Femme	1,0203
Cavale	1,0346
Anesse	1,0355
Chèvre	1,0341
Brebis	1,0409
Vache	1,0324

(M. Brisson.)

Le lait se mêle en toute proportion à l'eau. Lorsqu'on l'abandonne à lui-même pendant vingt-quatre heures, il se sépare en deux couches distinctes : la première qui surnage et qu'on nomme *crème;* la seconde a reçu le nom de *lait écrémé*.

D'après Berzelius, le lait de vache écrémé contient :

Caséine avec un peu de beurre	2,600
Sucre de lait	3,500
Extrait alcoolique, acide lactique, lactates	0,600
Chlorure de potassium	0,170
Phosphate alcalin	0,025
Phosphate de chaux, chaux combinée avec la caséine, magnésie et traces d'oxyde de fer	0,230
Eau	92,875
	100,000

La crème, analysée par le même chimiste, lui a donné :

Beurre obtenu par le battage	4,5
Caséine obtenue par la coagulation du lait de beurre	3,5
Sérum	92,0
	100,0

Digitized by Google

La pellicule obtenue par l'évaporation du lait de vache est formée de :

Carbone	55,940	56,735	56,237
Hydrogène	7,679	7,689	7,532
Azote	15,871	15,871	15,871
Oxygène	20,510	19,705	20,360
	100,000	100,000	100,000

(M. STAEDLER.)

Le lait, alcalin au moment de la traite, subit assez promptement, surtout en été, la fermentation acide ; il se développe de l'acide lactique et le lait se coagule alors par la chaleur seule ; 2 à 3 millièmes de bicarbonate alcalin suffisent pour arrêter cette fermentation.

La présure coagule rapidement le lait.

Lorsqu'on examine le lait au microscope, on reconnaît qu'il contient des globules d'un diamètre qui varie entre $0^{mm},1421$ et $0^{mm},5134$, et qui donnent au lait sa couleur blanche. Par l'effet du repos, ces globules se rassemblent à la surface du lait pour y former la crème.

La matière grasse, suspendue sous forme de globules, fait seule varier la pesanteur spécifique du lait, et après l'avoir séparée par filtration, on trouve que la densité du lait filtré ne varie pas d'une manière sensible, quelle que soit la différence que présentent les laits eux-mêmes avant la filtration.

La quantité de lait fourni par un animal varie suivant les pays et suivant l'époque de l'année où ce lait a été produit.

Digitized by Google

TABLEAU DE LA QUANTITÉ DE LAIT QU'UNE VACHE PEUT PRODUIRE.

LOCALITÉS.	OBSERVATEURS.	Poids des vaches.	Foin consommé par jour.	Lait produit par an.	Lait par jour, en moyenne.	REMARQUES.
		Kil.	Kil.	Litres.	Litr.	
France. (La Feuillasse, Ain) . .	Perrault de Jotemps. .	400	12,5	1700	4,7	Vache à l'étable.
(Lompries, Ain)	D'Angeville	275	6,3	915	2,5	Id.
(Roville, Meurthe) . . .	De Dombasle.	»	10,0	1416	3,4	Id.
(Lyonnais, montagnes).	Crogmer	»	»	730	2,0	Vaches mal nourries en hiver.
(Bechelbronn, Bas-Rhin)	Lebel et Boussingault.	»	15,0	»	7,4	»
Angleterre.	Low.	»	»	3406	9,3	Id.
Id.	Curwen	»	»	3739	10,2	Id.
Belgique, Anvers.	Schwertz.	»	13,0	2558	7,0	Id.
Id.	Schwertz.	»	12,4	2254	6,2	Pâturage et étable.
Hollande, Pays-Bas.	Schwertz.	»	12,4	1932	5,3	Étable d'hiver. — Pâturages.
Id.	Ailon	312	»	4015	11,0	»
Campine	Schwertz.	»	»	3292	14,5	»
Saxe, Moosen.	Schwertzer.	258	9,4	1527	4,2	Nourries à l'étable.
— Altenbourg	Schmalz	»	14,0	1950	5,3	»
Autriche, Carinthie.	Burger.	375	»	1564	4,3	Bien nourries.
Prusse, Mocglin	Thaër	»	10,0	1503	4,1	Nourries à l'étable.
— environs de Berlin . . .	Thaër	»	»	1707	4,7	»
Suisse, »	D'Angeville.	475	12,3	1700	4,7	Id.
— Hoffwyll	D'Angeville	600	17,5	2662	7,3	Nourries à discrétion.
Paris et ses environs	Quevenne	»	»	»	11,0	»

D'après des observations faites à Bechelbronn, sept vaches, consommant par jour 15 kilogrammes de foin, ont fourni en une année 17565 litr., 5 de lait ainsi répartis :

Mois.	Lait rendu par mois.	Jours de rendement des vaches.	Produit par jour et par tête.
	Litres.		Litres.
Janvier.	1063,0	186	5,7
Février.	759,0	158	4,8
Mars	759,0	155	4,9
Avril	942,5	138	6,7
Mai.	1436,0	155	9,3
Juin.	2117,5	190	11,1
Juillet.	2375,0	195	12,2
Août	2080,5	186	12,8
Septembre	1769,0	180	9,8
Octobre.	1490,5	184	8,1
Novembre.	1443,5	200	7,2
Décembre.	1341,0	191	7,0

Digitized by Google

Coagulation du lait.

Si l'on ajoute quelques gouttes d'acide au lait et si l'on en élève légèrement la température, le lait se coagule ; le caséum se sépare, entraîne la matière grasse et forme avec elle un coagulum dont on sépare le petit-lait par filtration. L'alcool, le tannin, la présure, différentes plantes, telle que le *Pinguicula vulgaris*, les fleurs de chardon et d'artichaut, coagulent le lait.

C'est avec le coagulum du lait, qui prend le nom de *caillé*, qu'on fabrique les fromages.

COMPOSITION CHIMIQUE DU LAIT.

Le lait contient de l'eau, du beurre, du sucre de lait, du caséum, de l'albumine et des sels inorganiques. Voici sa composition moyenne :

Eau	88,36
Beurre	2,53
Caséine	3,43
Sucre de lait	5,44
Sels	0,24
	100,00

(M. Barral.)

Composition du lait d'une femme à diverses époques, d'après Simon.

Jours après l'accouchement.	Pesanteur spécifique.	Eau.	Résidu sec.	Caséine.	Sucre.	Beurre.	Sels fixes.
2. . .	1,0320	82,80	17,20	4,00	7,00	5,00	0,316
10. . .	1,0316	87,32	12,68	2,12	6,24	3,46	0,180
17. . .	1,0300	88,38	11,62	1,96	5,76	3,14	0,160
18. . .	1,0300	89,90	10,10	2,57	5,23	1,80	0,200
24. . .	1,0300	88,36	11,64	2,20	5,20	2,64	0,178
67. . .	1,0340	89,32	10,68	4,30	4,50	1,40	0,274
74. . .	1,0320	88,60	11,40	4,52	3,92	2,74	0,287
82. . .	1,0345	91,40	8,60	3,55	3,95	0,80	0,240
89. . .	1,0330	88,06	11,94	3,70	4,54	3,40	0,250
96. . .	1,0334	89,04	10,96	3,85	4,75	1,90	0,270
102. . .	1,0320	90,20	9,80	3,90	4,90	0,80	0,208
109. . .	1,0330	89,00	11,10	4,15	4,30	2,20	0,276
117. . .	1,0344	89,10	10,90	4,20	4,40	2,00	0,268
132. . .	1,0340	86,14	13,86	3,10	5,20	5,40	0,235
136. . .	1,0320	87,36	12,64	4,00	4,60	3,70	0,270

Digitized by Google

Composition du lait de femme.

	Moyenne des analyses précédentes.	Femme de trente-six ans.	Femme de vingt ans.
Eau	88,36	89,40	89,80
Beurre	2,58	3,80	2,88
Caséine	3,43	3,40	3,20
Sucre de lait et matières extractives	4,82	4,05	3,60
Sels	0,23	0,18	?
	99,37	100,83	99,48

(SIMON.)

Composition du lait, d'après M. Boussingault.

	Femme.	Vache.	Ânesse.	Chèvre.	Jument.	Chienne.
Eau	88,4	87,4	90,5	82,0	89,63	66,30
Beurre	2,5	4,0	1,4	4,5	quantité inappréciable	14,75
Sucre de lait et sels solubles	4,8	5,0	6,4	4,5	8,75	2,95
Caséum, albumine et sels insolubles	3,8	3,6	1,7	9,0	1,60	16,00

Composition du lait de mouton (1).

Eau	81,00	80,48	80,69
Cendres	0,80	0,80	0,80
Beurre	8,16	8,54	8,31
Caséine et albumine	6,44	6,42	7,14
Sucre de lait	3,60	3,69	3,06
	100,00	100,00	100,00

(FREMY.)

Composition du lait de chienne, par M. Dumas.

Eau	75,95
Beurre	6,84
Caséine	12,17
Sucre de lait, Matières extractives, Sels	5,04
	100,00

(1) Ce mouton produisant du lait est resté pendant longtemps au Jardin des plantes.

Digitized by Google

LAIT.	COMPOSITION DU LAIT. Eau.	Matière sèche dans 100 parties de lait.	Caséum, albumine et sels insolubles.	Matières grasses.	Sucre de lait et sels solubles.	REMARQUES.	OBSERVATEURS.
Femme .	89,2	10,8	3,1	3,4	4,3	De bonne qualité. . . .	Haidlen.
Femme .	92,8	7,2	2,7	1,3	3,2	De qualité médiocre . .	Id.
Femme .	85,8	14,1	2,2	5,1	7,8	Moyenne de 3 analyses.	Payen.
Femme .	88,4	11,6	3,8	3,0	4,8	Moyenne de 14 analyses.	Simon.
Anesse .	90,5	9,5	1,7	1,4	6,4	Moyenne de 5 analyses.	Péligot.
Cavale. .	89,63	10,37	1,6	peu	8,75 sucre, mat. extract. et sels.	Le poids de la crème dans ce lait n'était que de 0,80 p. 100.	Luiscius, Blondt et Stiprian.
Chèvre .	85,6	14,4	4,5	4,1	5,8	Une analyse.	Payen.
Chèvre .	82,0	18,0	9,0	4,5	4,5 matières extractives et sels.	»	»
Chienne.	66,3	33,7	16,0	14,75	2,95 sucre de lait et sels solubles.	Moyenne de 2 analyses ; traces de sucre de lait.	Simon.
Vache. .	87,4	12,6	3,6	4,0	5,0	Moyenne de 12 analyses Bechelbronn.	Lebel et Boussingault.
Vache. .	86,6	13,4	3,8	3,5	6,1	Moyenne de 6 analyses : lait des environs de Paris.	Quevenne.
Vache. .	87,0	13,0	4,5	3,1	5,4	Id.	Henri et Chevallier.
Vache. .	86,8	13,2	5,6	3,6	4,0	Id.	Lecanu.
Vache. .	87,3	12,7	5,1	3,0	4,6	Lait des environs de Giessen.	Haidlen.
Vache. .	85,9	14,1	7,0	3,9	3,5	Moyenne de 2 analyses.	Simon.
Vache. .	85,7	14,3	6,9	3,8	3,6	Id.	Herberger.

Composition de divers laits, par MM. Henry et Chevallier.

	Femme.	Anesse.	Chèvre.	Brebis.
Caséum sec. . .	1,52	1,82	4,02	4,50
Beurre.	3,58	0,11	3,32	4,20
Sucre de lait sec.	6,50	6,08	5,28	5,00
Sels	0,45	0,34	0,58	0,68
Eau	87,95	91,65	86,80	85,62
	100,00	100,00	100,00	100,00

Digitized by Google

D'après M. Poggiale, le lait de vache contient :

Eau	862,8
Beurre	43,8
Sucre de lait	52,7
Caséum	38,0
Sels	2,7
	1000,0

Composition du lait d'ânesse, par M. Péligot.

	1re traite.	2e traite.	3e traite.
Eau	91,78	90,55	89,06
Beurre	0,96	1,02	1,52
Sucre de lait	5,50	6,48	6,45
Caséum	1,76	1,95	2,97
	100,00	100,00	100,00

Lait de bouc (Schlosberger).

Eau	85,09
Beurre	2,65
Sucre de lait et sels solubles dans l'alcool	2,60
Caséine et sels insolubles dans l'alcool	9,66
	100,00

Composition du lait de chienne, par MM. Simon, Bensch et Selmy.

	Chienne nourrie avec de la viande de cheval.			
Lactine et sels solubles.	»	»	3,47	3,19
Caséine	17,40	14,60	10,24	8,34
Beurre	16,20	13,30	10,75	10,95
Matières extractives	2,90	3,00	»	»
Sels	1,50	1,48	»	»
Eau	65,74	68,20	75,54	77,52
	103,74	100,58	100,00	100,00

Digitized by Google

Composition du lait de vache (M. Boussingault).

Caséine	3,4	3,4	3,3	3,4
Beurre	4,0	4,0	3,5	3,6
Sucre de lait	5,3	5,9	5,5	6,0
Sels	0,2	0,2	0,2	0,2
Eau	87,1	86,5	87,5	86,8
	100,0	100,0	100,0	100,0

CENDRES DU LAIT.

Lait de femme. Cendres sur 100 parties.

Soude provenant de la décomposition du lactate de soude	0,030
Chlorure de potassium	0,070
Phosphate de soude	0,040
Phosphate de chaux	0,250
Phosphate de magnésie	0,050
Phosphate de fer	0,001
	0,441

(M. Schwentz.)

Lait de vache. Cendres sur 1000 parties (MM. Pfaff, Schwartz).

Phosphate de chaux	1,805
Phosphate de magnésie	0,170
Phosphate de fer	0,032
Phosphate de soude	0,225
Chlorure de potassium	1,350
Soude	0,115
	3,697

Composition du lait de vache, par M. Haidlen.

(Partie inorganique.)

Soude	0,042	0,045
Chlorure de sodium	0,024	0,034
Chlorure de potassium	0,144	0,183
Phosphate de chaux	0,231	0,344
Phosphate de magnésie	0,042	0,064
Phosphate de fer	0,007	0,007
	0,490	0,677

Les premières portions du lait retiré des mamelles sont moins chargées de matières grasses que les dernières.

Digitized by Google

On a reconnu que le lait est plus riche en principes solides à la fin de la traite qu'au commencement. (M. Reizet.)

L'alimentation à la viande pure donne un lait dans lequel l'analyse ne permet pas de reconnaître la présence du sucre de lait. (M. Dumas.)

MÉTHODES D'ANALYSE DU LAIT.

Nous avons vu que le lait contient de l'eau, du beurre, du sucre de lait, du caséum et des sels inorganiques.

Pour doser ces différents principes, M. Péligot fait évaporer au bain-marie une quantité connue de lait : lorsque le résidu ne change plus de poids, il le pèse et obtient ainsi par différence la proportion d'eau ; il épuise le résidu par un mélange d'alcool et d'éther, il enlève ainsi toute la matière grasse ; le résidu, desséché et pesé de nouveau après cette opération, fait connaître le poids du beurre. Des lavages à l'eau froide séparent le sucre de lait et les sels solubles du caséum et des sels insolubles.

M. Haidlen a modifié ce procédé en ajoutant au lait un cinquième environ de gypse bien sec. Le sulfate de chaux a la propriété de coaguler le caséum, de le rendre moins soluble dans l'eau et de fournir une masse plus facile à pulvériser et à épuiser par l'éther. M. Haidlen emploie l'éther seul dans le premier traitement et ensuite l'alcool aqueux qui dissout le sucre de lait et les sels.

Quand on ajoute au lait du sel marin jusqu'à saturation, la filtration de ce liquide donne un sérum parfaitement limpide contenant tout le caséum soluble, le sucre de lait et les sels. Les globules du lait restent tous sur le filtre. (M. Dumas.)

Si l'on ajoute ensuite de l'acide acétique au lait, et qu'on le fasse bouillir, il suffit de l'agiter avec l'éther pour lui enlever tout le beurre.

Dosage du sucre de lait. — M. Poggiale a appliqué, dans ces derniers temps, au dosage du sucre de lait, la réduction des sels de cuivre et l'action de la lumière polarisée sur le sucre de lait.

Premier procédé. — Pour préparer la liqueur d'épreuve, on prend :

Sulfate de cuivre cristallisé	10 grammes.
Bitartrate de potasse cristallisé	10
Potasse caustique.	30
Eau distillée	200

La liqueur filtrée est limpide, d'un bleu intense, et décompose 2 décigrammes de petit-lait par centimètre cube.

Avant de doser le sucre de lait, on sépare la matière grasse et le caséum, par coagulation : 1000 grammes de lait fournissent 923 grammes de petit-lait.

Pour essayer le petit-lait, on prend, avec une pipette, 20 centimètres cubes de la liqueur d'épreuve et on l'introduit dans un petit ballon ;

Digitized by Google

on élève ensuite la température du liquide jusqu'à l'ébullition. D'un autre côté, on remplit de petit-lait une burette dont chaque division égale un cinquième de centimètre cube, et l'on fait tomber le petit-lait goutte à goutte dans la liqueur, en agitant celle-ci continuellement et en la chauffant à chaque addition de petit-lait; on continue ainsi jusqu'à ce que la teinte ait complétement disparu. Il se forme d'abord un précipité de protoxyde de cuivre hydraté, qui ne tarde pas à devenir rouge et à se déposer au fond du ballon. Lorsque l'opération est terminée, on lit sur la burette la quantité de petit-lait qui a été employée, et, au moyen d'une proportion, on détermine le poids du sucre contenu dans 1000 grammes de petit-lait.

Deuxième procédé. — M. Poggiale a employé aussi le saccharimètre de M. Soleil au dosage du sucre de lait. Pour faire cette expérience, on coagule d'abord le lait au moyen de l'acide acétique, et à la température de 40° ou 50°; on filtre ensuite, et l'on ajoute au liquide filtré quelques gouttes d'acétate de plomb qui déterminent un précipité assez abondant. On obtient, par une nouvelle filtration, une liqueur parfaitement transparente, et très propre à ce genre de recherches. Le sérum, ainsi préparé, est introduit dans un tube d'observation de 22 centimètres de longueur; après avoir été fermé, ce tube est placé sur l'instrument pour obtenir le nombre de degrés indiquant la déviation que la lumière polarisée éprouve en traversant le liquide sucré. Si l'on a trouvé, par exemple, 28°, il suffira de poser la proportion suivante $100 : 201,90 :: 28 : x$, d'où $x = 56,53$. Dans cette supposition, 1000 grammes de petit-lait contiennent 56,53 de sucre de lait; 201,90 est la quantité de sucre de lait qui, dissoute dans l'eau distillée et portée au volume de 1000 centimètres cubes, produit une déviation de 100°.

D'après les observations de M. Poggiale, le lait vendu dans le commerce ne marque au saccharimètre que 19° à 23°, au lieu de 28°.

Voici une autre méthode d'analyse du lait :

On dessèche à 110° 15 ou 20 grammes de ce liquide; la perte de poids qu'il subit représente la quantité d'eau qui s'y trouve contenue.

La proportion de cendres est déterminée en calcinant un certain poids du résidu obtenu dans l'opération précédente.

Les cendres, traitées par l'eau, perdent les sels solubles qu'elles renferment : la proportion de ces sels est connue par différence.

Une portion du résidu de la dessiccation du lait est épuisée par l'éther; elle cède le beurre à ce dissolvant. La perte de poids qu'éprouve le résidu équivaut au poids du beurre.

La matière séparée du beurre, comme il vient d'être dit, est reprise

Digitized by Google

par l'eau, qui enlève le sucre de lait et les sels solubles. Le poids des sels solubles étant déjà connu, on a celui du sucre de lait.

Le dosage de l'albumine s'opère en additionnant le lait d'acide acétique, qui précipite la caséine, saturant par l'ammoniaque la liqueur filtrée, l'additionnant de quelques gouttes d'acide azotique, et faisant bouillir : l'albumine se précipite à l'état insoluble. On lave cette substance, puis on la pèse après l'avoir desséchée. (FREMY.)

Analyse du lait, par M. Doyère.

Dosage du beurre. — Pour déterminer la proportion de beurre contenue dans le lait, il faut ajouter à 10 grammes de lait 40 grammes d'acide acétique étendu dans son volume d'eau, agiter, et verser le mélange sur un filtre, qui retient le beurre; prendre ensuite 10 grammes du liquide filtré et 10 grammes d'un liquide formé comme le précédent avant la filtration, les placer séparément dans deux capsules pesées et les dessécher à la température de 110° à 115°. La différence de poids qui existe entre les deux capsules après la dessiccation, permet de connaître la quantité de beurre contenue dans les 10 grammes de lait soumis à l'analyse.

Dosage de la caséine. — On prépare du petit-lait en additionnant le lait de $\frac{1}{50}$ de son volume d'acide acétique, puis on dessèche à 115° 10 grammes de ce petit-lait. Le résidu de la dessiccation, rapporté à 1 gramme de lait et soustrait du résidu que laisse ce gramme desséché dans les mêmes conditions, indique en poids la somme de la caséine et du beurre. Le poids de ce dernier corps étant déjà connu, celui de la caséine le sera facilement.

Dosage de l'albumine. — Le dosage de l'albumine est très simple : il suffit de verser 2 volumes d'alcool sur 1 volume de petit-lait, de filtrer et de dessécher le précipité dans une étuve chauffée à 115°.

Dosage du sucre de lait. — Le sucre de lait, plus 0,002 de matières salines restées en dissolution dans l'alcool, forme le résidu obtenu en évaporant le liquide filtré provenant de l'opération précédente.

Dosage des sels. — Pour doser les sels contenus dans le lait, on opère la calcination de ce liquide dans une capsule de platine et à l'aide d'une lampe à alcool. (M. Boussingault.)

Dosage de l'eau. — On détermine la quantité d'eau que contient le lait en évaporant 5 grammes de ce liquide à la température de 120°. La différence qui existe entre le poids du résidu et celui du lait soumis à la dessiccation, exprime la quantité d'eau que contenaient les 5 grammes de lait soumis à l'analyse.

Digitized by Google

En faisant l'analyse de diverses espèces de lait, M. Doyère est arrivé à constater :

Que les sels inorganiques du lait sont dans une proportion presque constante pour une même espèce animale, et dans des proportions très diverses pour des espèces différentes, comme le montre le tableau suivant :

	Limites entre lesquelles sont comprises les proportions de substances inorganiques contenues dans le lait.	
Lait de femme.	0,0016	0,0023
Lait d'ânesse.	0,0027	0,0035
Lait de jument.	0,0034	0,0047
Lait de vache.	0,0064	0,0088

Que le lait de la brebis est le plus riche en beurre et en caséine, et que, sous le même poids, il renferme deux fois autant de principes alimentaires que le lait de vache.

Que le lait de la jument et celui de l'ânesse sont les plus pauvres en matières solides, et que celui de l'ânesse présente une grande analogie avec celui de la femme : tous deux renferment fort peu de caséine ; qu'on peut même admettre une identité complète entre le lait de femme et le dernier tiers de la traite d'une ânesse.

Que le lait de la femme, tout en étant le plus riche en beurre, présente les plus grandes variations par rapport aux quantités de ce principe qu'il peut contenir.

Le tableau suivant indique la composition de diverses sortes de lait d'après M. Doyère :

	Femme.	Vache.	Chèvre.	Brebis.	Ânesse.	Lama.	Jument.
Eau.	87,38	87,60	87,30	81,60	89,63	86,60	91,37
Beurre. . . .	3,80	3,20	4,40	7,50	1,50	3,10	0,55
Caséine. . .	0,34	3,00	3,50	4,00	0,60	3,00	0,78
Albumine. .	1,30	1,20	1,35	1,70	1.55	0,90	1,40
Sucre de lait.	7,00	4,30	3,10	4.30	6,40	5,60	5,50
Sels.	0,18	0,70	0,35	0,90	0,32	0,80	0,40
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

ESSAI DU LAIT.

Le lait vendu sur les marchés publics est ordinairement étendu frauduleusement d'une certaine quantité d'eau. Trois instruments ont été proposés pour découvrir cette fraude.

Le premier, nommé *crémomètre*, est dû à M. Quevenne.

Le crémomètre est une éprouvette de 42 millimètres de diamètre, de 60 centimètres de hauteur, et qui jauge 2 décilitres. Cette éprouvette est

Digitized by Google

divisée en demi-millimètres et porte une échelle graduée en 100 centimètres, dont le zéro correspondant à la moitié du premier décilitre et le quarantième degré à la limite de ce décilitre. Pour faire l'essai d'un lait, on en remplit l'éprouvette jusqu'au zéro, puis on l'abandonne à lui-même pendant vingt-quatre heures. La crème monte peu à peu et forme à la surface une couche d'un certain nombre de millimètres d'épaisseur. Comme le lait pur du commerce doit donner au moins une couche épaisse de 10 millimètres, si le lait essayé fournit une couche de crème moins épaisse, on doit croire qu'il est frelaté.

Le second instrument est le *lactoscope* de M. Donné.

Le lactoscope consiste en une sorte de lorgnette composée de deux tubes entrant l'un dans l'autre, et munis de deux verres parallèles qui se rapprochent jusqu'au contact, ou s'éloignent plus ou moins l'un de l'autre à volonté, au moyen d'un pas de vis très fin. Un petit entonnoir, placé à la partie supérieure, communique avec l'espace que les deux lames de verre peuvent laisser entre elles : au côté opposé est adapté un manche qui sert à tenir l'instrument. Le tube intérieur, se vissant dans l'autre tube, porte sur sa longueur des divisions au nombre de 50, et des chiffres qui indiquent la richesse du lait. Lorsque les deux lames sont en contact, l'instrument marque 0°. On part de ce point, on introduit le lait bien mélangé dans le petit entonnoir et l'on écarte les deux verres l'un de l'autre en faisant jouer la vis de droite à gauche, le lait descend dans l'espace vide et forme une couche égale à l'écartement des deux lames. On regarde à travers cette couche la flamme d'une bougie placée à un mètre de distance de l'œil, et l'on fait marcher la vis dans un sens ou dans un autre, jusqu'à ce qu'on ait trouvé le point précis où la flamme cesse d'être visible. On lit sur les divisions du tube le chiffre auquel on s'est arrêté.

Enfin le dernier instrument proposé est le *lactodensimètre*, ou aréomètre de M. Quevenne.

Le lactodensimètre est un aréomètre qui, en s'enfonçant plus ou moins dans le lait, indique sa densité. Comme la densité du lait varie entre 0,130 et 0,135, si le lactodensimètre indique une densité moindre que 0,130, il est clair que le lait a été étendu d'eau. Pour que cette opération soit aussi exacte que possible, on ramène la température à 15°, ou bien on se sert des tables de correction dressées par M. Quevenne.

Les expériences de M. Doyère l'ont conduit à admettre :

Que l'emploi du crémomètre est défectueux, parce que le volume de la crème n'est pas en rapport avec les quantités de beurre et de caséine qui constituent le lait, et parce que les globules du lait étant de grosseur différente, leur ascension est subordonnée à ces grosseurs; enfin parce que le temps employé à faire l'expérience ne permet pas de déterminer

Digitized by Google

promptement la valeur d'un lait reçu dans lesé tablissements publics, tels que les hôpitaux, etc.

Que le lactoscope, de son côté, ne peut indiquer qu'approximativement la richesse du lait en principes solides (beurre et caséine), car les globules du beurre variant de diamètre communiquent au lait une opacité variable.

Que le lactodensimètre peut induire en erreur. En effet, le beurre a pour densité 0,93, de telle sorte qu'un lait fort riche en beurre peut présenter une densité moindre que 0,130. Dans ce cas, le lactodensimètre indiquerait une addition d'eau. De plus, il est possible d'amener un tel lait avec de l'eau à la densité normale de 0,130. Le lactodensimètre servirait donc de régulateur à une falsification qu'il ne décèlerait plus.

Pour connaître la valeur d'un lait, c'est-à-dire la quantité de caséine et de beurre (fromage) qu'il contient, on fait deux petits filtres de papier égaux en poids. On prend ensuite avec une pipette graduée 10 grammes du lait à essayer, qu'on étend de 40 grammes d'eau. Puis on ajoute dans la liqueur 4 à 5 gouttes d'acide acétique. La coagulation s'opère, on jette le liquide sur l'un des filtres, et, dès que la filtration est terminée, on déroule ce filtre de manière à ne plus le laisser plié en deux ; on l'introduit dans l'autre filtre sec et on les comprime tous deux entre des feuilles de papier joseph.

Lorsqu'ils ont perdu toute l'eau que la compression peut leur enlever on les pèse et la différence de poids indique la quantité de fromage contenue dans les 10 grammes de lait soumis à l'analyse.

On arrive à connaître la proportion de beurre et de caséine contenus dans 1 gramme de ce lait, au moyen des formules suivantes :

$$x = 0{,}4\ S' - 5{,}4\ (D - D');$$

$$x' = \frac{S' - x}{3}.$$

x est le beurre;
x', la caséine ;
S', le poids du fromage rapporté à 1 gramme de lait ;
D, la densité du lait (1);
D', densité du sérum.

COLOSTRUM.

Le lait, quelques jours avant et après le part, présente des particularités dignes d'intérêt : il a reçu le nom de *colostrum ;* il diffère du lait en ce qu'il contient une quantité notable d'albumine ; il renferme très peu de sucre de lait, et paraît être plus riche en sels que le lait ordinaire.

(1) Les densités du lait et du sérum sont déterminées à l'aide d'un aréomètre.

Digitized by Google

TABLEAU SYNOPTIQUE INDIQUANT LES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES DU LAIT DE VACHE AVANT ET APRÈS LE PART, D'APRÈS LASSAIGNE.

DATES.	COULEUR.	SAVEUR.	DENSITÉ.	EFFET de la chaleur.	EFFET sur le papier de tournesol.	EAU POUR 100.	RAPPORT en volume de la crème au sérum.	MATIÈRE BUTYREUSE.	ALBUMINE.	SOUDE.	CASÉUM.	SUCRE DE LAIT.	ACIDE LACTIQUE LIBRE.
42 jours avant le part.	Bleu jaunâtre.	Fade, mucilagineuse, salée.	1,063 à 5°	Se coagule.	Bleuit.	78,4	200 à 800	Consistance molle.	Albumine.	Soude libre.	»	»	»
22 — —	Id.	Id.	1,062 à 8°	Id.	Id.	78,2	200 à 800	Id.	Id.	Id.	»	»	»
21 — —	Id.	Id.	1,064 à 7°	Id.	Id.	78,1	200 à 800	Id.	Id.	Id,	»	Sucre de lait.	Acide lactique.
11 — —	Blanc.	Douce, légèrement sucrée.	1,040 à 8°	Ne se coagule qu'en partie.	Rougit un peu.	78,8	200 à 800	Consistance plus solide.	Id.	»	Caséum.	Id.	Id.
Jour du part.	Id.	Id.	1,039 à 8°	Id.	Id.	78,2	200 à 800	Id.	Id.	»	Id.	Id.	Id.
4 jours après le part.	Id.	Douce et sucrée.	1,035 à 8°	Ne se coagule pas.	Rougit.	79,8	200 à 800	Id.	»	»	Id.	Id.	Id.
6 — —	Id.	Id.	1,033 à 7°	Id.	Id.	82,0	188 à 812	Consistance plus molle.	»	»	Id.	Id.	Id.
20 — —	Id.	Id.	1,040 à 7°	Id.	Id.	89,0	78 à 923	Id.	»	»	Id.	Id.	Id.
21 — —	Id.	Id.	1,040 à 6°	Id.	Id.	88,0	59 à 941	Id.	»	»	Id.	Id.	Id.
30 — —	Id.	Id.	1,038 à 5°	Id.	Id.	90,0	64 à 936	Id.	»	»	Id.	Id.	Id.

Digitized by Google

FABRICATION DU BEURRE.

Les globules du lait ne flottent pas librement dans ce liquide ; ils sont retenus par une membrane fort mince qui les empêche de se souder entre eux. Lorsque, par un moyen quelconque, on parvient à les réunir, on forme le *beurre*.

Pour obtenir la réunion des globules gras du lait, en d'autres mots, pour obtenir le beurre, on a recours au battage.

Le battage du lait s'opère dans un instrument appelé *beurrière* ou *baratte*. La forme des barattes varie avec les contrées, mais on se sert surtout des deux espèces de barattes suivantes :

1° La baratte fixe, dans laquelle l'agitation du lait se fait à l'aide d'un bâton.

2° La baratte mobile, vase cylindrique qui agite le lait en tournant sur son axe.

Voici la description de ces deux appareils :

Une baratte fixe est un vase de tonnellerie haut de 80 à 100 centimètres, large de 18 ou 28 centimètres, et muni d'un couvercle percé d'un trou dans lequel un bâton, nommé *baraton* ou *batte-beurre*, peut se mouvoir facilement. Le baraton est terminé, à l'extrémité qui plonge dans la crème, par un disque de bois assez mince, qui est destiné à diviser la crème. On forme le beurre en élevant et en abaissant alternativement le baraton dans la crème.

La baratte mobile se compose d'un tonneau de 1 mètre de longueur sur 82 centimètres de diamètre, que supporte un axe posé sur deux chevalets. Cet axe est terminé par une manivelle à chacune de ses extrémités. A l'intérieur, le tonneau contient quatre planchettes de 11 centimètres de hauteur, disposées dans le sens de la longueur, et destinées à empêcher la crème de glisser sur les parois quand l'appareil est mis en mouvement. On introduit la crème ou le lait par une ouverture pratiquée dans le flanc du tonneau, et que l'on referme avec un couvercle garni de toile ; puis on fait tourner avec une vitesse de 30 à 35 tours par minute, jusqu'à ce que le beurre soit fait.

Que l'on emploie l'une ou l'autre de ces barattes, il est indispensable pour obtenir le beurre de réaliser les conditions suivantes :

Le lait soumis au battage doit provenir de vaches saines et bien nourries. En été, il faut commencer le battage vingt-quatre heures au plus tard après la traite et en hiver trois jours après. Le lait ne doit pas aigrir dans la baratte : on arrive facilement à ce résultat en l'additionnant d'une petite quantité de carbonate de soude.

Le maximum du volume de lait à introduire dans la baratte est égal à

Digitized by Google

la moitié de la capacité de ce vase. La vitesse du battage doit être modérée et le mouvement continu : si le mouvement est irrégulier, le beurre se divise de nouveau dans le lait en formant le *babeurre* et le *lait de crème;* s'il est trop rapide, le beurre perd sa consistance et prend une saveur désagréable. La nature du son rendu pendant le battage peut servir de guide au *beurrier* pour reconnaître si l'opération marche convenablement. Dans les premiers moments, le son doit être grave et sourd; il devient sec et éclatant lorsque le beurre commence à se produire. Le temps employé au battage varie suivant la saison, la forme de la baratte, la quantité de lait qu'elle contient, etc. : toutefois on peut dire qu'une heure suffit en été pour préparer 100 livres de beurre dans une baratte d'une capacité suffisante, et que la même quantité de beurre exige plusieurs heures en hiver. Le beurre doit se séparer du lait à la température de 12° à 15°; il faut donc en été refroidir la baratte à l'aide de glace ou d'eau fraîche, et en hiver l'échauffer au moyen d'eau chaude. Par suite, le moment le plus favorable au battage du beurre est le matin ou le soir, lorsqu'il fait chaud, et le milieu du jour, quand il fait froid.

Au sortir de la baratte, le beurre subit un traitement que l'on nomme *délaitage*, et qui a pour but de le séparer du *lait de beurre*.

Le délaitage se pratique ordinairement en pétrissant le beurre dans de l'eau que l'on renouvelle de temps en temps, jusqu'à ce qu'elle reste limpide. L'opération ne doit pas être prolongée, car les lavages retirent le parfum au beurre.

Dans certains pays le délaitage s'opère sans eau : le beurre est placé dans une terrine où on le bat avec une écrémoire, une cuiller ou un rouleau. Ce procédé exige beaucoup d'habitude, car le beurre non délaité s'altère rapidement et, de plus, il devient visqueux, lorsqu'on le *fatigue* par un pétrissage longtemps maintenu.

Le beurre délaité est ensuite salé légèrement, puis moulé selon la forme adoptée dans chaque contrée.

Dans plusieurs comtés anglais, on fabrique avec la crème bouillie un beurre de bonne qualité.

En Hollande, en Belgique, et dans quelques parties de l'Allemagne, le beurre est obtenu avec la crème et le caillé; mais cette méthode, qui est économique, ne fournit qu'un produit de seconde qualité. Enfin, en Amérique, on prépare un beurre excellent en plaçant la crème dans des sacs de toile que l'on enterre à 50 centimètres de la surface du sol. Au bout de vingt-cinq heures, la crème, devenue dure, est retirée des sacs, puis écrasée dans une espèce de mortier contenant une petite quantité d'eau. Le lait se sépare du petit-lait pendant cette trituration.

Ce nouveau mode de préparation du beurre est maintenant usité dans quelques départements de la France, où il donne de bons produits. En hiver, lorsque la terre est gelée, on enterre les sacs dans des caves.

Digitized by Google

Un beurre bien préparé doit être d'un beau jaune mat, de consistance moyenne, d'une odeur particulière et faiblement aromatique, d'une saveur agréable. Il doit être facile à couper nettement en lames.

Parmi les causes principales qui influent sur la qualité du beurre, les plus importantes sont :

L'espèce des vaches ;

Leur état de santé ;

Leur nourriture ;

Les soins apportés à la fabrication.

Tous les agriculteurs ont reconnu que certaines espèces de vaches fournissent un lait présentant des qualités que les soins les plus minutieux ne peuvent faire acquérir au lait des vaches d'une autre espèce.

Ils savent aussi que sans un entretien parfait de propreté, la santé de ces animaux s'altère, leur lait est moins bon, et par conséquent le beurre qui en provient de qualité inférieure.

Puisque les plantes qui servent à l'alimentation des animaux exercent une influence sur la saveur de la viande, on conçoit facilement qu'elles aient aussi une action sur le goût du lait. Cependant on n'est pas encore parvenu à préciser les diverses espèces de plantes qui conviennent le mieux aux vaches laitières ; on a seulement reconnu que :

1° Les fleurs de châtaigniers, les marrons d'Inde, l'absinthe, la feuille d'artichaut, les feuilles d'arbres tombées à l'automne, les fourrages avariés, communiquent au lait une saveur plus ou moins désagréable ;

2° Que le beurre des vaches nourries avec le turneps se détériore très facilement ;

3° Que les plantes des prairies naturelles, telles que la spergule, les carottes, les feuilles de maïs, sont excellentes pour les vaches laitières.

La propreté la plus scrupuleuse des laiteries est une condition indispensable pour obtenir un beurre délicat et savoureux. Si des matières organiques tombent dans le lait, elles jouent le rôle de ferment et déterminent, sous l'influence de l'air, la production d'une petite quantité d'acide butyrique qui donne au beurre une saveur désagréable, celle du beurre rance.

Quand le beurre est devenu rance ou amer, il ne peut recouvrer sa première saveur. Il est donc indispensable d'apporter de grands soins à sa préparation et à sa conservation.

On peut conserver le beurre pendant quelques jours en le plaçant dans de l'eau fraîche et en le couvrant avec un linge mouillé. Lorsqu'on veut le garder plus longtemps, il faut le soustraire autant que possible à l'action de l'air, soit en l'enfermant dans des vases de grès bien clos, soit en le fondant pour le séparer par décantation des matières étrangères, soit en le salant, parce que le chlorure de sodium paralyse l'action du ferment.

Digitized by Google

FABRICATION DU FROMAGE.

Le caillé de lait acquiert, après certains traitements, la propriété de se conserver pendant un temps plus ou moins long, et constitue alors le produit que l'on désigne sous le nom de *fromage*.

Les espèces de fromages sont très nombreuses, mais puisque la substance première est toujours la même, les différences qui caractérisent chacune de ces espèces proviennent évidemment du mode de fabrication.

Nous décrirons d'abord la méthode générale employée pour préparer le fromage, et nous entrerons ensuite dans quelques détails sur la fabrication des fromages les plus connus.

Pour obtenir le fromage, on chauffe le lait à 35° environ, puis on y ajoute la présure. La coagulation s'opère dans l'espace d'une heure et le caillé produit tombe au fond du vase. On le ramasse alors avec une espèce de tamis, et, après l'avoir laissé égoutter, on le comprime pendant quelque temps, soit à l'aide d'une presse, soit en le plaçant sous des planches chargées de poids. Dans cet état, le caillé, auquel on peut déjà donner le nom de *fromage*, est rompu avec les mains ou avec un moulin spécial, soumis ensuite, pendant douze heures, à une pression plus forte qui chasse les dernières traces du petit-lait, puis entouré de linge et plongé dans une saumure concentrée.

Lorsque le fromage est suffisamment salé, on le lave avec de l'eau chaude et on le place à la cave où il subit une fermentation de laquelle dépendent son goût et plusieurs de ses propriétés.

Fromage de Neufchatel. —Ce fromage se prépare de la manière suivante : On fait cailler, au moyen de deux cuillerées de présure, 10 à 15 litres de lait chaud additionné d'une certaine quantité de crème prise sur le lait du matin ; puis, au bout de deux heures, on introduit le caillé, sans le rompre, dans des paniers garnis intérieurement de toile où on le laisse égoutter en ayant soin de le retourner de temps en temps et de changer les linges toutes les heures. Dès que sa consistance permet de le manier sans le casser, on le moule en forme de cylindres hauts de 8 centimètres et larges de 5 centimètres, que l'on entoure de papier joseph mouillé.

Fromage de Brie.—Le lait, chauffé à 30° et additionné de crème, est coagulé au moyen d'une cuillerée de présure introduite dans un nouet de toile. On remue ensuite le caillé dans le sérum, puis on le place dans un moule où on le comprime fortement. Lorsqu'il est égoutté, on le renverse sur un linge mouillé, on introduit un autre linge dans le

Digitized by Google

moule, puis on y replace le caillé que l'on soumet à l'action de la presse, en ayant soin de changer les linges toutes les deux heures.

Lorsque cette compression a été maintenue pendant vingt-quatre heures, on met le caillé dans une espèce de baquet où on le saupoudre de sel fin sur toutes les faces, et l'on répète ce traitement pendant trois jours.

Au bout de ce temps, le fromage essuyé avec un linge fin est placé sur un lit de paille, dans un tonneau défoncé d'un côté ; on le recouvre d'une nouvelle couche de paille, et l'on continue la stratification jusqu'en haut du tonneau, en ayant soin de terminer par la paille. Le tonneau est ensuite transporté dans un endroit sec et frais où le fromage *s'essuie* pendant quatre mois.

La fermentation devient alors active, la pâte extérieure se gonfle quelquefois, fait crever la croûte et s'écoule au dehors sous la forme d'une bouillie gluante.

Dans cet état, le fromage doit être consommé immédiatement, car il s'altère promptement et acquiert une saveur désagréable.

Fromage de Hollande (variété d'Édam). — Pour obtenir ce fromage, on coagule le lait qui vient d'être tiré, et l'on introduit le caillé rompu dans des moules ou formes de bois percées d'un trou qui facilite l'égouttage. Chaque jour, en retournant le moule, on enlève le caillé et on le saupoudre de 60 grammes de sel fin, puis on le replace dans sa forme. Lorsque cette opération a été répétée douze à quinze fois, le fromage est mis dans une autre forme où il subit une pression de 25 kilogrammes ; on le laisse ensuite pendant quatre semaines au séchoir, en ayant soin de le retourner tous les jours ; enfin on le livre au commerce.

Fromage de Gruyère. — La traite du soir est écrémée, puis mélangée le lendemain matin avec la nouvelle traite. On porte la masse à la température de 30°, et, en l'agitant sans cesse, on y verse la présure qui détermine la coagulation dans l'espace de vingt minutes environ. Le caillé est ensuite brisé avec un tranchant de bois et réduit en pulpe à l'aide d'un *brassoir* (branche de sapin dont on a conservé plusieurs rameaux). Cette opération s'exécute en déterminant un mouvement de rotation irrégulier dans la masse, pendant qu'on l'échauffe de manière à porter en vingt minutes sa température jusqu'à 33°. Au bout de ce temps, on laisse refroidir en continuant à brasser pendant un quart d'heure, puis on cesse le mouvement giratoire : le caillé se dépose sous forme de gâteau ; on l'enlève au moyen d'un linge de toile que l'on fait passer au-dessous, et on l'introduit ainsi enveloppé de toile dans des formes où il subit à l'action de la presse.

Digitized by Google

Au sortir de la presse, le fromage est saupoudré de sel bien sec qui absorbe l'humidité et passe à l'état de gouttelettes aqueuses. On étend également la saumure sur tout le fromage, et lorsqu'elle est absorbée, on répète l'opération avec de nouveau sel. La salaison est complète quand la croûte du fromage, qui prend peu à peu une teinte rousse, devient assez consistante pour n'être plus pénétrée par la saumure et conserve une humidité surabondante.

Fromage de Roquefort. — Ce fromage se prépare de la manière suivante : On réunit la traite du soir à celle du matin, et après avoir délayé dans la masse une cuillerée de présure par 100 litres de lait, on attend que la coagulation soit complète, ce qui demande environ deux heures. Alors on brasse le caillé, on le pétrit et on l'exprime de manière à le transformer en une pâte assez consistante, que l'on introduit dans une éclisse perforée à son fond. Cette pâte, fortement comprimée dans l'éclisse, à l'aide de poids, perd en douze ou quinze heures les dernières traces de petit-lait qu'elle renferme. On l'essuie avec un linge, on l'entoure de grosse toile, puis on la porte au séchoir où elle reste quinze jours.

Lorsque cette pâte est sèche, on l'envoie à dos de mulet aux célèbres caves de Roquefort où la fabrication du fromage se termine. On a cru longtemps que les caves de Roquefort jouissaient de propriétés particulières, et que, par suite, la fabrication du fromage était impossible dans toute autre localité. Mais il est bien reconnu aujourd'hui que les qualités de ces caves ne sont dues qu'à leur fraîcheur et à leur parfait aérage ; aussi est-on parvenu à fabriquer, dans les environs de Paris, un fromage façon Roquefort d'excellente qualité.

Aussitôt après leur arrivée aux caves, les fromages sont saupoudrés de sel sur une de leurs faces et placés sur des tablettes. Le lendemain, on les retourne et on les sale de l'autre côté ; au bout de deux jours, on les essuie avec un morceau de drap et on les racle avec un couteau. Les raclures sont réunies en boules que l'on vend à bas prix dans le pays.

Quand la salaison est suffisante, on empile les fromages au nombre de dix à douze et on les laisse fermenter pendant deux mois, en enlevant, tous les quinze jours, les moisissures et les efflorescences qui se produisent à leur surface.

Après cette fermentation, le fromage qui a acquis la dureté et la saveur caractéristique de son espèce peut être livré au commerce.

Certains insectes, tels que le ciron, les larves des mouches, s'introduisent dans le fromage et le dévorent, La présence de ces animaux dans le fromage cause généralement beaucoup de répugnance ; cependant quelques personnes préfèrent le fromage ainsi attaqué, parce que sa saveur est plus relevée.

Digitized by Google

SPERME.

Le sperme, ou liqueur séminale des animaux, est visqueux et opalin; il devient jaunâtre en se desséchant. Son odeur particulière se rapproche de celle du pollen de certains arbres. Sa densité est plus grande que celle de l'eau. Il est coagulé par l'alcool. Les acides le dissolvent, et le laissent ensuite précipiter, lorsqu'on les sature par un alcali.

Quand on examine le sperme au microscope, on y découvre une foule d'animalcules (spermatozoïdes) nageant dans un liquide incolore. La forme des spermatozoïdes est à peu près constante chez les animaux : leur tête ronde, ovoïde ou piriforme se trouve liée à un corps présentant l'aspect d'un fil qui s'amincit à l'une de ses extrémités. Chez l'homme :

La tête du spermatozoïde a { de $0^{mm},00429$ à $0^{mm},00564$ de longueur.
de $0^{mm},00158$ à $0^{mm},00293$ de largeur.

Son corps a. . . . . de $0^{mm},04061$ à $0^{mm},04512$ de longueur.

(M. LEHMANN.)

Les spermatozoïdes sont formés d'une substance albumineuse qui contient beaucoup de phosphates et 4 pour 100 d'une matière grasse particulière. Ils peuvent vivre quelque temps dans la liqueur séminale avec laquelle ils ont été sécrétés, et dans l'urine dont ils proviennent; mais ils périssent rapidement dans l'urine d'un autre animal. Ils se dissolvent dans les carbonates alcalins et se putréfient difficilement.

L'examen microscopique fait découvrir dans la liqueur séminale, outre les spermatozoïdes, des débris de cellules épithéliales, des corpuscules muqueux et des granules blancs, connus sous le nom de *granules séminaux*.

La liqueur incolore dans laquelle se trouvent ces diverses substances renferme différents sels minéraux : on y rencontre surtout du chlorure de sodium, des phosphates alcalins et alcalino-terreux. Elle se prend en gelée peu de temps après son émission. Ce phénomène est dû à la présence d'une matière organique qui a été nommée *spermatine*.

La spermatine ne se coagule pas sous l'influence de la chaleur; elle devient insoluble dans l'eau par la dessiccation.

Les expériences faites jusqu'à ce jour ont prouvé que la propriété fécondante de la liqueur séminale appartient seulement aux spermatozoïdes. (MM. Dumas et Prévost.)

Lorsqu'on évapore la liqueur séminale, elle laisse 10 pour 100 d'un résidu jaunâtre et inodore qui présente la composition suivante :

Matière animale	60
Phosphate de chaux	30
Soude	10
	100

(VAUQUELIN.)

Digitized by Google

La coloration jaune que prend le sperme en se desséchant permet de reconnaître les taches de ce liquide sur le linge. Il suffit, du reste, de chauffer légèrement le tissu pour que les taches se colorent en jaune foncé.

EAU DE L'AMNIOS.

Le fœtus est placé dans un sac ovoïde, dont la paroi sécrète continuellement un liquide nommé *eau de l'amnios*.

L'eau de l'amnios est lactescente, d'une odeur fade et d'une saveur salée ; sa densité est 1,005. Elle verdit le sirop de violette et devient plus transparente par l'addition des acides. Les alcalis, l'alcool et le tannin produisent des précipités blancs dans l'eau de l'amnios. Ce liquide présente la composition suivante :

Eau	98,85
Albumine et matière extractive azotée	0,60
Chlorures de potassium et de sodium, sulfate de soude, phosphates de soude et de chaux, carbonate de soude	0,55
	100,00

(M. LASSAIGNE.)

D'après Berzelius, l'eau de l'amnios renferme un fluorure.

EAU DE L'ALLANTOÏDE.

L'eau de l'allantoïde de la vache a été examinée par M. Lassaigne, qui a trouvé dans cette liqueur une grande proportion d'allantoïne, une matière mucilagineuse azotée, de l'acide allantoïque, de l'acide lactique, du chlorhydrate d'ammoniaque, du chlorure de sodium, du sulfate de soude, des phosphates de soude, de chaux et de magnésie.

SÉCRÉTIONS CUTANÉES.

Les sécrétions cutanées, parmi lesquelles peuvent être rangés le smegma du prépuce et l'enduit caséeux du fœtus, sont formées principalement de cellules épithéliales, de cellules épidermiques et de corpuscules particuliers contenant, outre des granules colorés, une certaine quantité de matières grasses. On y trouve aussi une substance albuminoïde peu connue et divers sels minéraux.

Digitized by Google

Le smegma du prépuce de l'homme contient un savon ammoniacal et la cholestérine. Celui du cheval renferme de l'acide hippurique et de de l'acide benzoïque.

SUEUR.

Les glandes sudorifères sécrètent, outre de l'azote et de l'acide carbonique, un produit nommé *sueur*.

La sueur est un liquide acide qui a la composition suivante :

Matières insolubles dans l'eau, consistant pour la plupart en sels calcaires.	2
Matière animale soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool et sulfates.	21
Matières solubles dans l'alcool aqueux (chlorure de sodium et osmazôme).	48
Matières solubles dans l'alcool anhydre (osmazôme, acide lactique et lactates.	29
	100

(BERZELIUS.)

Il existe encore dans la sueur du chlorhydrate et du lactate d'ammoniaque.

Anselmino a trouvé dans les cendres de la sueur des carbonates, des sulfates, des phosphates de potasse et de soude, du chlorure de sodium, du phosphate et du carbonate de chaux, et des traces d'oxyde de fer.

La sueur renferme aussi de l'urée, de l'acide formique, de l'acide acétique, de l'acide butyrique et un acide particulier, l'*acide sudorique* ou *hydrotique*, découvert par M. Favre, et qui a pour formule $C^{10}H^{8}AzO^{13}$.

Certaines substances présentent la propriété de passer dans la sueur : tels sont l'acide benzoïque, l'acide cinnamique et l'iodure de potassium.

SUINT.

Les glandes sébacées sécrètent une matière grasse nommée *suint*, qui se répand sur la peau, les poils, les plumes des animaux, et les préserve jusqu'à un certain point du contact de l'eau.

Le suint provenant de l'homme n'a pas encore été examiné, parce qu'il est extrêmement difficile d'en recueillir une quantité suffisante pour l'étudier, mais on connaît bien les propriétés du suint des bêtes à cornes.

La composition du suint de mouton est complexe : on y trouve en

Digitized by Google

effet, outre certaines substances solubles dans l'eau, deux matières grasses insolubles, qui ont reçu les noms de *stéarérine* et d'*élaïérine*.

La stéarérine est solide et amorphe; elle fond à 60° environ; les liqueurs alcalines étendues ne lui font subir aucune altération; elle donne un acide particulier, l'*acide stéarérique*, quand on la fait bouillir longtemps avec une dissolution concentrée de potasse : il ne paraît pas se former de glycérine ou de corps analogue pendant cette transformation.

L'élaïérine est oléagineuse; elle se convertit en un acide nouveau, l'*acide élaïérique*, sous l'influence des dissolutions concentrées de potasse. (M. Chevreul.)

M. Chevreuil termine en ce moment un travail remarquable qu'il a entrepris sur le suint depuis *un grand* nombre d'années; en employant des méthodes analytiques nouvelles, il démontre que le suint présente une composition très complexe.

LIQUIDE CÉPHALO-RACHIDIEN.

Le canal vertébral renferme un liquide connu sous le nom de *liquide céphalo-rachidien*.

Ce liquide présente la composition suivante :

	Homme.	Cheval.
Eau	98,564	98,180
Matière azotée odorante	0,474	1,104
Albumine	0,088	0,035
Phosphate et carbonate de chaux	0,017	0,009
Chlorure de sodium	0,081	0,610
Phosphate de soude, matière animale, soude libre	0,036	»
Carbonate de soude	»	0,060

(M. Lassaigne.)

SYNOVIE.

Les articulations sont entourées d'une membrane mince qui sécrète continuellement un liquide particulier nommé *synovie*, destiné à la rendre continuellement humide et glissante.

La synovie extraite de l'articulation du bœuf est visqueuse, d'un blanc verdâtre, d'une saveur salée et d'une odeur qui ressemble à celle du frai de grenouille. Elle devient gélatineuse quelque temps après son extraction, reprend ensuite sa première consistance, perd enfin sa viscosité et

Digitized by Google

laisse déposer une matière gluante. La synovie de l'homme offre de l'analogie avec celle du bœuf. Elle renferme :

Une matière grasse,
De l'albumine,
Une substance animale soluble dans l'eau,
De la soude,
Des chlorures de sodium et de potassium,
Du phosphate et du carbonate de chaux.

(MM. LASSAIGNE et COISSEL.)

On a trouvé dans la synovie du cheval :

Eau	92,80
Albumine	6,40
Matières extractives, chlorure de sodium, carbonate de soude et phosphate de chaux	0,75
	100,00

(JOHN.)

LIQUIDES DE L'ŒIL.

Humeur aqueuse.—Les chambres extérieures et postérieures de l'œil contiennent un liquide nommé *humeur aqueuse*, dont la densité est égale à 1,0053, et qui renferme :

Eau	98,10
Chlorure de sodium et lactate de soude	1,15
Soude	0,75
	100,00

(BERZELIUS.)

On y trouve en outre une petite quantité d'albumine et de matière animale soluble dans l'eau.

L'humeur aqueuse se produit continuellement et s'écoule au dehors lorsque la cornée a été perforée. On la distingue ainsi de l'humeur vitrée, qui se trouve emprisonnée dans la cellule d'une membrane déliée nommée *membrane hyaloïde*.

Humeur vitrée. — L'humeur vitrée est placée derrière le cristallin. Cette humeur est incolore et d'une saveur salée. Elle prend une teinte opaline par l'ébullition; elle contient :

Eau	98,40
Lactates et chlorures alcalins	0,16
Soude et matière animale	1,42
	100,00

(BERZELIUS.)

Digitized by Google

L'âge et les maladies exercent une certaine influence sur la composition de l'humeur vitrée; ainsi, chez le fœtus, cette liqueur est rougeâtre : elle renferme du sang. Il n'est pas rare de la voir colorée en jaune chez les vieillards. On a trouvé dans l'humeur vitrée d'un cheval aveugle une matière colorante jaune particulière et 8 pour 100 d'albumine. (M. Lassaigne.)

LARMES.

Les glandes lacrymales sécrètent un liquide incolore ou légèrement jaunâtre qui renferme :

Eau	96
Soude, phosphates de chaux et de soude, chlorure de sodium, mucus	4
	100

(VAUQUELIN et BRANDES.)

Les larmes ont pour fonction d'entretenir l'humidité de la cornée, qui perdrait sa transparence en se desséchant. Elles coulent continuellement, arrivent au bord interne de la paupière inférieure de l'œil, d'où les *points lacrymaux* les pompent et les conduisent dans une espèce de sac, nommé *sac lacrymal*. De là, elles se répandent sur la membrane muqueuse du nez, où elles s'évaporent sous l'influence du courant gazeux provenant de la respiration.

CÉRUMEN DES OREILLES.

Ce produit, sécrété depuis peu, est liquide et de couleur jaune, mais il brunit bientôt au contact de l'air et acquiert alors la consistance du miel.

Le cérumen des oreilles est soluble en partie dans l'alcool; la portion dissoute, étant isolée par évaporation, présente l'aspect d'un vernis brillant de couleur jaune foncé. Ce résidu est inodore, amer, soluble dans l'eau.

La partie insoluble dans l'alcool possède une saveur piquante; elle cède à l'eau une matière d'un jaune pâle, encore peu connue.

L'éther enlève au cérumen un mélange de stéarine et d'oléine. Ce

Digitized by Google

mélange, traité par des alcalis, donne un savon dont l'odeur est désagréable.

On trouve dans le cérumen :
Un mucus albumineux,
Une matière grasse,
Un principe colorant amer,
De la soude,
Du phosphate de chaux. (VAUQUELIN.)

MUCUS.

Les membranes muqueuses sécrètent continuellement une matière particulière nommée *mucus*.

Le mucus est demi-fluide, inodore et d'une saveur fade. Il se compose d'un liquide visqueux et de cellules épithéliales qui s'y trouvent en telle quantité, qu'on distingue difficilement le liquide interposé. La composition du mucus varie dans les différentes parties du corps.

Lorsqu'on examine le mucus au microscope, on y découvre des globules incolores se rapprochant par leur forme de ceux du sang. La proportion de ces globules est très faible dans le mucus normal, mais elle augmente considérablement par l'irritation de la membrane muqueuse.

Les propriétés du mucus sont dues à une substance nommée *mucine*, qui n'est pas encore bien connue. La mucine paraît se dissoudre dans l'eau, elle est précipitée par l'alcool et les acides étendus, mais elle ne se coagule pas sous l'influence de la chaleur, caractères qui la distinguent de l'albumine.

Il n'existe pas d'albumine dans le mucus normal ; la graisse ne s'y trouve qu'en petite quantité ; la fibrine, les cellules granulées (globules inflammatoires) s'y rencontrent seulement pendant les affections des membranes muqueuses.

Parfois aussi le mucus renferme des vibrions et des cryptogames microscopiques.

Lorsqu'on soumet le mucus à l'incinération, il laisse des cendres composées de chlorure de sodium, de phosphates, de sulfates, de carbonates à base d'alcali et de phosphates alcalino-terreux.

Voici la composition élémentaire de la partie organique du mucus.

Carbone	52,41
Hydrogène	6,97
Azote	12,82
Oxygène Soufre	27,80
	100,00

(M. SCHERRER.)

Digitized by Google

Les fonctions du mucus consistent à protéger les membranes muqueuses contre l'action directe des agents extérieurs, et à entretenir leur humidité.

Nous indiquerons maintenant les caractères particuliers des diverses espèces de mucus.

Mucus buccal.

Le mucus buccal est blanc, insoluble dans l'eau, dans les acides sulfurique et acétique, soluble en presque totalité dans la potasse. La partie qui ne se dissout pas dans cet alcali est soluble dans l'acide chlorhydrique.

L'acétate de plomb précipite les dissolutions de mucus buccal ; le tannin et le bichlorure de mercure n'y produisent aucun trouble. Dans certaines circonstances, le mucus buccal se putréfie à l'air et communique alors à la salive une réaction acide. (BRANDES.)

Mucus des narines.

Ce mucus est alcalin. Il renferme :

Eau	933,7
Matière muqueuse	53,3
Chlorures de sodium et de potassium	5,6
Lactate de soude et matière animale	3,0
Soude	0,9
Phosphate de soude, matière animale, albumine	3,5
	100,0

(BERZELIUS.)

Mucus du tube digestif.

Mucus de l'œsophage. — Ce mucus est neutre jusqu'au cardia, pendant la digestion.

Mucus intestinal. — Le mucus intestinal est ordinairement alcalin, mais il s'acidifie dans certaines maladies. (M. Donné.)

Mucus de la trachée. — Le mucus de la trachée présente la composition suivante :

	Mucus humide.	Mucus desséché.
Eau	955,280	»
Mucilage	23,754	53,405
Extrait aqueux	8,006	18,000
Extrait alcoolique	1,810	4,070

Digitized by Google

	Mucus humide.	Mucus desséché.
Graisse.	2,887	6,490
Chlorure de sodium	5,825	18,095
Sulfate de soude	0,400	0,880
Carbonate de soude	0,198	0,465
Phosphate de potasse ferrugineux . .	0,974	0,180
Phosphate de soude	0,080	2,190
Carbonate de potasse.	0,291	0,655
Acide silicique et sulfate de potasse .	0,255	0,570

(M. VASSE.)

Mucus de la vésicule du fiel.

Ce mucus est jaunâtre, transparent, soluble dans les alcalis, coagulable par l'alcool et les acides.

Mucus de l'urine.

L'urine détache le mucus qui couvre la face intérieure de la vessie, l'entraîne au dehors et le laisse déposer par le repos.

Ce mucus est ordinairement invisible dans l'urine, parce qu'il présente la même réfrangibilité que ce liquide. Si l'on filtre l'urine encore chaude d'un individu resté longtemps assis, le mucus reste sur le filtre, où il forme en se desséchant une couche brillante analogue à un vernis. La même urine, filtrée après son refroidissement, donne un dépôt de mucus rempli de petits cristaux d'urate d'ammoniaque.

Le mucus de l'urine se dissout en partie dans l'acide azotique et dans l'acide acétique; les dissolutions précipitent par le tannin. Il est soluble sans résidu dans les alcalis et ne se dépose pas lorsqu'on neutralise la liqueur par un acide.

LIQUIDE DES MEMBRANES SÉREUSES.

Les membranes séreuses sécrètent continuellement des liquides qui les humectent et entretiennent leur élasticité.

Ces liquides ne sont pas identiques. Toutefois ils contiennent tous de l'albumine, du mucus, une matière fibrineuse et de la soude. Leur réaction est alcaline. Ils s'acidifient pendant les inflammations des membranes séreuses.

Dans l'état de santé, les liquides des membranes séreuses s'écoulent en trop petite quantité pour qu'il soit possible de les recueillir; mais dans certaines maladies, les orifices des vaisseaux lymphatiques s'obstruent, alors ces liquides s'amassent et déterminent l'hydropisie enkystée.

Digitized by Google

L'analyse des différentes liqueurs hydropiques a été faite par un grand nombre de chimistes. Nous donnerons ici les résultats qu'ils ont obtenus.

Analyse de la sérosité des ventricules du cerveau.

Eau	87,5
Albumine et quelques traces de matières grasses	8,0
Chlorures de sodium, de potassium, carbonate et phosphate de soude	3,5
Phosphate de chaux	1,0
	100,0

(M. LASSAIGNE.)

Analyse du liquide d'hydropique.

Eau	92,30
Albumine	6,67
Carbonate de soude Chlorure de sodium Urée	0,61
Carbonate de chaux	0,11
Mucus	0,31
	100,00

(M. VOGEL.)

Analyse du liquide de l'hydrocéphale.

Albumine	0,12
Substance incoagulable	0,28
Sels, particulièrement chlorure de sodium	1,00
Eau	98,60
	100,00

(M. BOSTOCK.)

Analyse du liquide de l'hydrocéphale.

Mucus avec une trace d'albumine	0,112
Soude	0,124
Chlorure de sodium	0,664
Chlorure de potassium et sulfate de potasse	traces
Phosphate de chaux	»
Phosphate de magnésie	»
Phosphate de fer	0,020
Eau	99,080
	100,000

(M. MARCET.)

Digitized by Google

Analyse du liquide de l'ascite de l'homme.

Albumine	2,26
Mucus	0,25
Soude	0,19
Chlorure de sodium	0,60
Chlorure de potassium et sulfate de potasse	traces
Phosphate de chaux	traces
Phosphate de magnésie	traces
Phosphate de fer	0,05
Eau	96,65
	100,00

(M. MARCET.)

Analyse du liquide d'hydropique.

Albumine	2,38
Urée	0,42
Chlorure de sodium	0,81
Carbonate de soude	0,21
Phosphate de soude avec des traces de sulfate de soude	0,06
Substance muqueuse	0,89
Eau	95,23
	100,00

(M. MARCHAND.)

Analyse du liquide de l'hydrocèle.

Albumine avec un peu de mucus	7,15
Soude et sels	0,85
Eau	92,00
	100,00

(M. MARCET.)

Sérosité des vésicatoires.

Albumine coagulable	5,25
Albumine plus soluble dans l'eau	0,50
Sels	0,26
Eau	93,99
	100,00

(BRANDES et REIMANN.)

Digitized by Google

HUILE FÉTIDE DU PUTOIS.

Il existe entre la queue et l'anus du putois une petite vésicule dans laquelle on trouve un liquide oléagineux, que l'animal lance lorsqu'il est poursuivi, dans le but d'écarter ses ennemis.

Ce liquide est d'un jaune d'or, d'une odeur insupportable, insoluble dans l'eau et soluble dans l'alcool. Il tache le papier à la manière des huiles grasses, et brûle avec une flamme bleuâtre en dégageant de l'acide sulfureux.

La liqueur fétide du putois est formée par le mélange d'une huile grasse inodore avec une essence sulfurée odorante et volatile. Elle renferme aussi une petite quantité d'hydrogène sulfuré et de sulfhydrate d'ammoniaque. (M. Lassaigne.)

ŒUFS.

Les premiers travaux publiés sur la constitution des œufs sont dus à MM. Dumas et Prévost. MM. Baër, Vogt, Baudrimont, Martin Saint-Ange, Gobley et d'autres savants ont publié ensuite sur cette question des recherches d'une grande importance.

L'étude des œufs a été reprise dans un travail récent, et l'on est parvenu à constater qu'il existe des différences fondamentales entre la composition des œufs des animaux, et que, sous ce nom collectif d'*œuf*, désignant le produit de l'appareil ovarien destiné à concourir à la perpétuation de l'espèce, on comprend des corps très complexes, les plus différents les uns des autres.

Les détails que nous donnons ici sur les œufs sont extraits en grande partie de ce travail. (MM. Valenciennes et Frémy.)

ŒUFS D'OISEAUX.

L'œuf de l'oiseau se compose de trois parties : la *coquille*, enveloppe dure, revêtue à l'intérieur d'une membrane ; le *blanc* et le *jaune*.

La coquille des œufs a été analysée par Vauquelin et Proust ; elle renferme, d'après ces chimistes :

	Vauquelin.	Proust.
Carbonate de chaux.	89,6	91
Phosphate de chaux avec un peu de phosphate de magnésie.	5,7	7
Matière animale renfermant du soufre.	4,7	2

Digitized by Google

A l'intérieur de la coquille est une membrane qui a pour composition :

Carbone	50,674
Hydrogène	6,608
Azote	16,761
Oxygène / Soufre	25,957

(M. SCHEERER.)

Cette membrane laisse par l'incinération une petite quantité de cendres formées de phosphate de chaux.

Le blanc de l'œuf de l'oiseau est considéré par presque tous les chimistes comme un principe immédiat pur, quoique ce blanc contienne du carbonate de soude, des sels divers et un corps sulfuré, qui peut être séparé de l'albumine par différents réactifs sans déterminer la décomposition de cette substance.

En examinant le blanc retiré des œufs de différentes espèces d'oiseaux, on reconnaît que ce corps se présente souvent avec des propriétés variables. Dans quelques espèces, il est presque fluide; dans d'autres, il possède une consistance gélatineuse. Le blanc de l'œuf de poule coagulé est opaque, et d'une couleur pure, blanche et mate. Celui du vanneau devient, après la cuisson, transparent, opalin, verdâtre et tellement dur, qu'on peut le tailler en petites pierres employées, en certaines contrées d'Allemagne, pour la bijouterie commune.

Ces caractères ne suffisent pas pour faire admettre que le blanc des œufs d'oiseaux est formé par des albumines différentes; mais ils semblent démontrer que des recherches attentives permettront de faire ressortir dans ces albumines des propriétés nouvelles qui jusqu'alors ont échappé aux chimistes.

Les cendres de 100 parties de blanc d'œuf contiennent :

Acide sulfurique	0,29	0,05	0,18
Acide phosphorique	0,45	0,46	0,48
Chlore	0,94	0,03	0,87
Potasse et soude en partie à l'état de carbonate	2,02	2,83	2,73
Chaux et magnésie id.	0,30	0,35	0,33

(PROUST.)

Le jaune de l'œuf d'oiseau est formé par un liquide visqueux, tenant en suspension une matière grasse phosphorée qui présente une certaine analogie avec la graisse cérébrale. La viscosité de ce liquide est due à la présence d'une matière albumineuse qui a été découverte par MM. Dumas et Cahours, et que les chimistes ont nommée *vitelline*. La vitelline se

Digitized by Google

trouve toujours, dans le jaune d'œuf d'oiseau, associée à une certaine quantité d'albumine.

Lorsqu'on expose à l'air humide le jaune de l'œuf d'oiseau, il se durcit rapidement, parce que l'humidité atmosphérique détermine la précipitation de la vitelline; aussi voit-on cette solidification se présenter, en premier lieu, sur les couches du liquide qui sont en contact avec l'air.

On peut donc dire que, abstraction faite de tous les caractères zoologiques et anatomiques que fournissent la coquille, sa forme et sa coloration variée, les membranes propres et formées au moment de la ponte ou celles qui se développent pendant l'incubation, en un mot, les deux substances essentiellement constitutives et préparées par la nature pour nourrir le poulet dans l'œuf de poule, se reconnaîtront toujours aux caractères suivants :

1° Le blanc, très riche en substance albumineuse, est nettement séparé du jaune par la membrane vitelline;

2° Le jaune, principalement formé de matière grasse phosphorée, d'une petite quantité d'albumine, de sels divers, donne un abondant précipité de vitelline lorsqu'on le met en suspension dans une quantité d'eau suffisante.

Cette substance, tout à fait caractéristique des œufs d'oiseaux, ne se rencontre dans aucune autre espèce d'œufs.

Nous donnons ici la composition du jaune d'œuf d'oiseau.

Eau	51,186
Vitelline	15,760
Margarine et oléine	21,304
Cholestérine	0,438
Acide margarique et oléique	7,226
Acide phosphoglycérique	1,200
Sel ammoniac	0,034
Chlorures de sodium et de potassium, sulfate de potasse	6,270
Phosphate de chaux et de magnésie	1,022
Extrait de viande	0,400
Ammoniaque, matières azotées, matière colorante, acide lactique	0,853

(M. Gobley.)

ŒUFS DE POISSONS.

Poissons à squelette cartilagineux.

Œufs de raie. — Les raies pondent des œufs protégés par une enveloppe forte et résistante sans être toutefois calcaire. En ouvrant ces œufs,

Digitized by Google

on voit un jaune abondant contenu dans une masse gélatineuse transparente qui représente le blanc de l'œuf de poule, quoi qu'il soit totalement différent. Le jaune est au milieu de cette masse, dans une des cellules transparentes du blanc, car le vitellus n'a pas de membrane vitelline assez résistante pour que l'on puisse l'observer sous le microscope, et encore moins séparer le jaune du blanc.

Le blanc gélatineux des œufs de raie ne ressemble en rien au blanc des œufs d'oiseau : il n'entre pas en dissolution dans l'eau ; il n'éprouve pas, par la chaleur ou l'action des acides, une coagulation comparable à celle de l'albumine ordinaire.

En examinant cette gelée avec soin, on reconnaît qu'elle est formée par des vésicules dont les membranes élastiques contiennent un liquide très aqueux, et qui ne présente en dissolution que des traces d'albumine. Lorsque ces vésicules sont exposées à l'air pendant quelques jours, elles se vident en quelque sorte, perdent leur consistance gélatineuse et produisent alors un liquide légèrement albumineux qui tient en suspension quelques membranes transparentes.

L'alcool produit également la destruction de la masse gélatineuse et détermine la coagulation des membranes.

En soumettant ce blanc d'œuf de raie à une évaporation dans le vide, on reconnaît qu'il ne contient que des traces de substances organiques.

On voit donc que ce blanc d'œuf, en proportion très faible par rapport au jaune, diffère, sous le rapport de sa composition, du blanc de l'œuf d'oiseau. L'étude du jaune de l'œuf de raie établit du reste des différences encore plus remarquables entre les œufs d'oiseaux et ceux des poissons cartilagineux.

Lorsqu'on soumet le jaune de l'œuf de raie à un examen microscopique, on reconnaît qu'il est formé par un liquide assez fluide, tenant en suspension des gouttes d'un corps gras légèrement coloré en jaune, et une quantité considérable de petits grains blancs et transparents, d'une forme régulière, qui ont été décrites précédemment.

Œufs de torpille. — Les torpilles sont ovovivipares. L'oviducte de la mère contient des granules qui ressemblent à ceux des œufs de raie, quoique leur forme soit différente.

Œufs de roussette. — Les œufs de roussette présentent une coque dure, résistante, jaunâtre et d'apparence cornée. Le vitellus en remplit la plus grande partie. Sa membrane vitelline est encore plus difficile à voir que celle des œufs de la raie : le blanc est plus visqueux, les membranes qui le contiennent sont beaucoup plus délicates ; le liquide cependant ne renferme aussi que des traces d'albumine. L'alcool produit de même la destruction de la masse gélatineuse, en déterminant la coagulation de ces membranes.

Digitized by Google

On voit donc que le blanc d'un œuf de roussette ressemble beaucoup à celui d'un œuf de raie.

Le jaune de cet œuf présente aussi une grande ressemblance avec celui d'un œuf de raie. Le liquide très fluide qui le compose tient en suspension des gouttelettes d'huile jaunâtre, et une quantité de petits grains blancs transparents, d'une forme régulière, mais différente de celle des granules des diverses espèces de raies.

Œufs de milandre. — Si les roussettes présentent les mêmes conditions ovologiques que les raies, les autres squales en offrent avec les torpilles, car ils sont comme celles-ci, ovovivipares.

La coque des œufs de milandre est formée d'une membrane mince comme de la baudruche. Elle contient des granules ayant une forme différente de celle des granules de raies, mais cependant visiblement analogue.

Œufs de l'ange. — Le vitellus de l'œuf de l'ange contient une matière grasse divisée en gouttelettes, nageant dans un liquide visqueux et albumineux, avec un grand nombre de granules d'une forme spéciale et en grande abondance.

En résumé, le vitellus d'un œuf de poisson cartilagineux est formé par un liquide albumineux, tenant en dissolution quelques sels minéraux, principalement des chlorures et des phosphates, et en suspension des grains blancs de forme constante et régulière dans chaque espèce, mais variable d'une espèce à l'autre, et mélangés à une petite quantité de graisse phosphorée.

Cette matière grasse est soluble dans l'alcool et l'éther; elle forme, avec l'eau, une sorte de mucilage; elle présente de l'analogie avec l'acide gras qui existe dans le cerveau, l'acide oléo-phosphorique.

Quant aux grains blancs, ils constituent un principe immédiat nouveau, l'*ichtine*, dont nous avons déjà fait connaître les propriétés et la composition.

Poissons osseux.

Œufs de carpe. — Lorsqu'on étudie sous le microscope un ovule de carpe peu avancé, on reconnaît que le liquide tient en suspension beaucoup de gouttelettes de graisse légèrement colorée, au milieu desquelles on voit nager des granules transparents, en tablettes qui rappellent tout à fait ceux du vitellus de la raie.

Ces granules diffèrent cependant de ceux de l'ichtine. Ils constituent un principe immédiat nouveau, nommé l'*ichtidine*.

Il existe en outre dans ces œufs un autre principe immédiat, qui a reçu le nom d'*ichtuline*.

Digitized by Google

Les propriétés de l'ichtidine et de l'ichtuline ont déjà été étudiées.

L'ichtuline se rencontre aussi dans les œufs du Bar (*Labrax lupus*), du Muge à grosses lèvres (*Mugil chelo*, Nob.), du Maquereau (*Scomber scombrus*), du Turbot (*Pleuronectes maximus*, Lin.), de la Sole commune (*Pleuronectes solea*, Lin.), de la Sole bretonne (*Solea armorica*, Val.), du Saumon.

Quand on examine ces œufs à l'état d'ovules et après leur entier développement, on reconnaît que leur composition subit des modifications profondes pendant le séjour qu'ils font dans l'oviducte. En effet, les œufs de carpe entièrement formés ne contiennent plus de traces d'ichtidine, l'ichtuline disparaît aussi peu à peu, et quand ils sont devenus tout à fait transparents, ils ne renferment plus qu'une liqueur fortement albumineuse tenant en suspension de la graisse phosphorée.

Il paraît donc démontré que la composition des œufs change avec l'âge de leur développement.

Œufs de saumon. — Les œufs de saumon ne contiennent pas de grains rectangulaires solubles dans l'eau. Ils renferment beaucoup d'ichtuline et fort peu d'albumine. Leur couleur jaune rougeâtre est due à la présence d'une quantité considérable d'huile phosphorée.

Soumis à la cuisson, ils deviennent opaques, mais en restant toujours mous, même en les tenant dans l'eau bouillante. Cela se comprend, puisqu'ils ne renferment qu'une quantité très faible d'albumine. Leur opacité est causée par l'eau introduite dans leur intérieur qui détermine alors la précipitation de l'ichtuline.

Œufs de l'anguille. — Les œufs, ou plutôt les ovules de l'anguille, contiennent peut-être encore plus de graisse que les œufs de saumon. Ils ne paraissent pas avoir plus d'albumine, car ils ne durcissent pas par l'ébullition; ils ne renferment pas la moindre trace d'ichtidine.

On voit donc que les œufs de poisson contiennent des substances insolubles dans l'eau, l'ichtine, l'ichtidine et l'ichtuline, qui ont des propriétés différentes de la vitelline des oiseaux. L'albumine des œufs de poissons paraît être également différente de celle des œufs d'oiseaux.

En effet, l'albumine des œufs de certains poissons se dissout sans aucune coloration dans l'acide chlorhydrique, et elle commence à se coaguler vers 45°; tandis que l'albumine des œufs d'oiseaux se dissout, comme l'on sait, dans l'acide chlorhydrique, en donnant au liquide une couleur bleue violacée, et elle ne se coagule que vers 60°.

Digitized by Google

ŒUFS DE REPTILES.

Œufs de tortue. — Les œufs de tortue se composent d'un blanc gélatineux, peu abondant, à peine albumineux, enfermé dans les cellules des grandes membranes transparentes. Le jaune, très riche en albumine, contient en outre une quantité considérable d'huile phosphorée, et de plus, des grains particuliers constituant un nouveau principe immédiat, nommé *émydine*, dont nous avons déjà décrit les propriétés.

Œufs de lézard. — La composition des œufs du lézard vert piqueté et de ceux du lézard des souches présente une certaine ressemblance avec celle du jaune des œufs d'oiseaux. On n'y trouve pas de grains d'ichtine ou d'émydine.

Œufs de couleuvre. — Le vitellus des œufs de couleuvre est à peine entouré d'une couche très mince d'albumine. Le jaune est formé d'albumine et de graisse phosphorée, et il paraît laisser précipiter de la vitelline lorsqu'on l'étend d'eau.

Œufs de vipère. — Les œufs de la vipère commune diffèrent sous plusieurs rapports de ceux de la couleuvre.

Ils contiennent un blanc qui est semblable à celui des œufs de la raie, d'une consistance gélatineuse; il est formé par des membranes élastiques, hyaloïdes, retenant une eau légèrement albumineuse.

Le jaune d'œuf de vipère se présente, comme celui de la couleuvre, sous l'aspect d'un liquide très albumineux, tenant en suspension une quantité considérable de graisse; lorsqu'on met ce jaune en contact avec l'eau, il s'épaissit peu à peu, et devient bientôt complétement gélatineux. Ce changement d'état dans la liqueur est dû à un corps semblable à la vitelline qui, se trouvant d'abord en dissolution dans l'albumine, devient insoluble par l'action lente de l'eau, et finit par la faire prendre en gelée

---

ŒUFS DE BATRACIENS.

Œufs de grenouille. — La matière gélatineuse des œufs de grenouille se compose d'un tissu de membranes hyaloïdes, contenant de l'eau absorbée peu après la ponte. Elle se modifie par la cuisson, devient légèrement opaline, et le vitellus durcit, ce qui donne la preuve de l'existence de l'albumine.

Le vitellus est noirci par un pigment noir propre à ces œufs et colorant la membrane vitelline, qui est excessivement mince : il contient dans son liquide une très petite quantité de matière grasse réunie en gout-

Digitized by Google

telettes transparentes, une matière qui se présente sous le microscope comme un pointillé noir d'une extrême ténuité, et enfin une grande quantité de granules vitellins d'une excessive petitesse, transparents, de forme variable, mais plus communément arrondis, insolubles dans l'eau et solubles dans l'acide acétique.

Les œufs des *tritons* offrent la même composition. La matière blanche extérieure est semblable à celle de l'œuf de la grenouille.

Le vitellus citron ou vert, suivant les individus, contient de la graisse et un nombre considérable de granules vitellins arrondis, qui ont été étudiés dans l'œuf pris dans l'oviducte près d'être pondu, et dans l'ovule encore renfermé dans l'ovaire. L'examen de ces derniers prouve ce fait remarquable, que les granules vitellins grossissent avec l'âge de leur formation. Ils sont infiniment plus petits dans l'ovule que dans le vitellus de l'œuf. Ces granules sont aussi insolubles dans l'eau et solubles dans l'acide acétique. L'œuf devient dur par la cuisson dans l'eau bouillante ; il contient aussi de l'albumine comme celui de la grenouille.

Les caractères que nous venons d'exposer conduisent à conclure que les granules contenus dans ces œufs sont de la nature de l'ichtine, c'est-à-dire qu'ils sont de la même nature que ceux des œufs de raie et de squale.

ŒUFS DE CRUSTACÉS.

Les œufs de crustacés ne contiennent pas d'ichtuline; leur albumine paraît différer, sous quelques rapports, de l'albumine des autres œufs. Sa coagulation ne commence que vers 74°.

ŒUFS D'ARACHNIDES ET D'INSECTES.

Les œufs de l'*araignée* contiennent de l'albumine, des corps gras et une grande quantité d'une substance précipitable par l'eau.

Les œufs de fourmis présentent les mêmes résultats.

Œufs de mollusques. — Les œufs de mollusques paraissent s'éloigner complétement, par leur composition, de ceux des autres animaux. Ainsi les œufs de colimaçon ne contiennent aucune trace de graisse ; ils sont exclusivement formés par des membranes hyaloïdes renfermant un liquide visqueux incolore. Ce liquide tient en dissolution une substance organique azotée qui n'est pas de l'albumine, car elle ne se coagule pas par la chaleur, elle est précipitée par l'acide acétique, et elle se dissout dans l'acide chlorhydrique sans produire de coloration violette.

Digitized by Google

Il résulte donc des recherches entreprises sur la composition des œufs dans la série des animaux :

Que parmi les animaux vertébrés, les œufs d'oiseaux, de reptiles, de poissons, présentent dans leur composition des différences que l'analyse la plus simple permet de constater, et cependant que les œufs des sauriens et des ophidiens ont une grande analogie avec ceux des oiseaux, tandis que les œufs des batraciens se rapprochent de ceux des poissons cartilagineux ;

Que les œufs d'arachnoïdes et d'insectes s'éloignent complétement, quant à leur composition, des œufs des autres animaux ;

Que ceux de crustacés, organisés pour éclore dans l'eau, ne ressemblent nullement à aucun de ceux des poissons ou des autres vertébrés amphibies ;

Qu'il en est de même de ceux des mollusques ;

Que ces différences ne correspondent pas seulement aux classes ou aux ordres, qu'elles s'étendent jusqu'aux familles naturelles sans même s'y arrêter, puisqu'un œuf de poisson cartilagineux n'a pas la même composition qu'un œuf de poisson osseux ; mais, de plus, qu'un œuf de carpe est très différent d'un œuf de saumon, et qu'un œuf d'ophidien, tel qu'une couleuvre, ne contient pas les mêmes principes que ceux des chéloniens ;

Qu'il existe dans les œufs plusieurs principes immédiats différents : la vitelline, l'ichtine, l'ichtuline, l'ichtidine et l'émydine, que l'on désigne sous le nom générique de *substances vitellines ;*

Que si la composition des divers principes immédiats est la même dans des espèces très voisines, la forme et la grandeur des granules vitellins varient d'une manière assez appréciable pour pouvoir être reconnue et assignée à chaque espèce ;

Que les substances albumineuses provenant des œufs d'oiseaux, de reptiles, de poissons, de crustacés, présentent, dans leurs propriétés chimiques et dans leur point de coagulation, des différences qui permettent de supposer que ces corps constituent des principes immédiats différents ;

Qu'un œuf change de nature, que ses liquides se modifient considérablement aux différentes époques de sa formation, en se détachant de l'ovaire et en séjournant dans l'oviducte avant d'être pondu.

(MM. Ch. Valenciennes et Frémy.)

Digitized by Google

VENIN DE LA VIPÈRE.

Au-dessus de la racine des dents de la vipère se trouve un réservoir ayant une capacité suffisante pour contenir trois ou quatre gouttes de liquide extrêmement vénéneux. Lorsque l'animal mord, cette espèce de glande se comprime, le venin s'échappe par deux conduits existants à l'intérieur des dents, pénètre dans la plaie et cause la mort.

L'étude du venin de la vipère n'est pas encore complète. Nous donnons ici quelques observations faites sur ce liquide.

Fontana a examiné le venin de la *Vipera Redi.* C'est un liquide mucilagineux, jaunâtre, inodore, insipide, miscible à l'eau, et qui se convertit par la dessiccation au contact de l'air, en une masse vitreuse et brillante. Ce résidu est insoluble dans l'alcool. Lorsqu'on le traite par l'eau chaude, il se gonfle peu à peu et finit par se dissoudre.

Comme le curare et la plupart des virus animaux, le venin des serpents n'agit que lorsqu'il se trouve en contact avec le sang. On peut l'avaler sans inconvénient.

ENCRE DE SÈCHE.

Ce liquide, dont on se sert en peinture, est contenu dans une vésicule particulière des animaux du genre *Sepia.*

Il laisse par évaporation un résidu noir et brillant formé par le mélange d'une substance organique nouvelle, la *mélaïne*, avec divers sels minéraux. (Bizio.)

Voici en centièmes la composition de l'encre de sèche ; on voit que la mélaïne s'y trouve en forte proportion :

Substance organique (*mélaïne*)	78,00
Carbonate de chaux	10,40
Chlorure de sodium	7,00
Sulfate de soude	2,16
Mucus	0,84
Perte	1,60
	100,00

(PROUT.)

La mélaïne est pulvérulente, noire, inodore, insipide, infusible et décomposable par la chaleur. Elle laisse à l'incinération un faible résidu

Digitized by Google

de cendres, contenant du peroxyde de fer. Elle est insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, soluble dans l'acide sulfurique et les alcalis. L'acide azotique l'attaque en dégageant du bi-oxyde d'azote.

Pour l'obtenir, on traite par l'eau le résidu provenant de la dessiccation à l'air de l'encre de sèche. Le liquide entraîne une poudre noire qui se dépose dans l'espace de huit jours. Cette poudre, épuisée successivement par l'eau, l'alcool, l'acide chlorhydrique et une dissolution étendue de carbonate d'ammoniaque, constitue la mélaïne pure.

Les liquides dont l'étude vient d'être faite existent normalement dans l'organisation animale, et plusieurs d'entre eux sont indispensables à l'entretien de la vie; mais il en est d'autres qui se produisent accidentellement par suite de la décomposition des fluides ou des tissus de l'économie et que nous examinerons maintenant.

PUS, PYINE.

Le *pus* est le liquide que sécrètent les plaies ou le tissu cellulaire d'un organe enflammé. Il peut être de *bonne* ou de *mauvaise nature :* un pus de bonne nature est visqueux, jaunâtre, neutre aux réactifs colorés, à peu près inodore et d'une saveur fade; sa densité est égale à 0,103. Le pus de mauvaise nature est très fluide et alcalin au papier de tournesol ; son odeur est repoussante. Les deux espèces de pus s'acidifient au contact de l'air.

Examiné au microscope, le pus offre l'aspect d'un liquide séreux, incolore, tenant en suspension des globules pâles, transparents, plus volumineux que ceux du sang, mais de forme moins régulière. Ces globules ont un diamètre compris entre $0^{mm},00902$ et $0^{mm},01128$; ils se composent d'un noyau insoluble dans les acides, et d'une pellicule albumineuse, soluble dans l'acide acétique (M. Gueterbock).

Le pus n'est pas entièrement soluble dans l'eau : si après l'avoir délayé dans ce liquide, on filtre l'émulsion, elle retient en dissolution une matière précipitable par l'acide acétique et que l'on a nommée *pyine*.

La pyine est soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool. L'alun forme dans les dissolutions de pyine un précipité insoluble dans un excès de réactifs. Le cyanoferrure de potassium n'y produit aucun trouble, après addition d'acide chlorhydrique. Ces caractères permettent de distinguer la pyine de la caséine.

Outre la pyine, le pus contient divers sels minéraux, des matières grasses et de l'albumine.

Digitized by Google

Voici les résultats obtenus dans l'analyse du pus de bonne nature :

Eau	89,1
Matières grasses	2,9
Albumine, pyine, globules	7,4
Perte	0,6
	100,0

(M. Gueterbock.)

Soumis à l'incinération, ce pus laisse 8 pour 100 de cendres, composées principalement de chlorure de sodium et de faibles quantités de phosphates et de carbonates alcalino-terreux. Ces cendres contiennent en outre des traces de fer.

L'action caractéristique de l'ammoniaque sur le pus permet de distinguer ce produit du mucus. Lorsqu'on mélange le pus avec de l'ammoniaque, la masse devient gélatineuse par suite du gonflement. (M. Donné.)

HYDATIDES.

Il se forme dans plusieurs parties du corps des vésicules remplies de liquide, et auxquelles on a donné le nom d'*hydatides*.

Le liquide contenu dans les hydatides est jaunâtre, neutre aux réactifs colorés. Il répand une odeur désagréable lorsqu'on le chauffe, et paraît être sulfuré. Voici sa composition :

Albumine	2,90
Sels (chlorure de sodium en grande partie)	0,60
Eau	96,50
	100,00

(M. Collard de Martigny.)

KYSTE.

Le *kyste* est une vésicule molle qui se forme dans certaines parties du corps, grossit et se remplit d'un liquide particulier dont voici les propriétés :

Le liquide du kyste est jaune, filant et d'une odeur fade. Il laisse 12,8 pour 100 de résidu à l'évaporation. Il est miscible à l'eau ; l'alcool en sépare une matière jaune, dense et soluble dans l'eau. Les acides étendus

Digitized by Google

le troublent d'abord et redissolvent ensuite le précipité auquel ils ont donné naissance. Le tannin le précipite en jaune (M. Collard de Martigny).

SANIE.

Ce liquide est sécrété pendant les affections squirrheuses. Il renferme :

Eau	87
Matière grasse	1
Gélatine	1
Albumine, tissu solide	11
	100

(M. Collard de Martigny.)

Le liquide sécrété par une plaie gangréneuse a présenté la composition suivante :

Eau	77,5
Albumine	20,0
Chlorure de sodium	2,5
	100,0

(M. Lassaigne.)

Nous plaçons ici divers produits solides que l'on trouve dans des glandes particulières à certains animaux.

MUSC.

Le chevrotain, animal assez commun dans la Tartarie, présente en avant du prépuce une poche qui renferme une substance résinoïde connue sous le nom de *musc*.

Le musc se trouve dans le commerce en grumeaux brunâtres, mélangés de poils, de sable, de graisse et de résine. Sa saveur est amère, son odeur persistante. Il s'enflamme facilement, et se dissout en partie dans l'eau et l'alcool.

Digitized by Google

Voici la composition du musc :

Graisse	1,1
Cholestérine	4,0
Résine amère	5,0
Extrait alcoolique, acide lactique, sels	7,5
Sels solubles dans l'eau ; potasse, ammoniaque combinées avec une matière animale particulière	36,5
Ammoniaque combinée avec l'acide lactique et eau	45,5
Sable	0,4
	100,0

(GEIGER et REIMANN.)

CASTORÉUM.

Cette matière se rencontre dans deux poches situées dans les aines du castor.

Le castoréum, nouvellement obtenu, est solide, de consistance mielleuse, d'une saveur amère, d'une odeur repoussante. On l'emploie en médecine comme antispasmodique.

L'alcool bouillant extrait du castoréum une substance cristallisable nommée *castoréine*, qui se rapproche de l'éthal par ses propriétés.

La castoréine forme des aiguilles brillantes, d'une saveur âcre, insolubles dans l'eau froide, plus solubles dans l'alcool et dans l'éther. Elle n'est pas altérée par les liqueurs alcalines. (Bizio et Brandes).

On a trouvé aussi dans le castoréum de la salicine et de l'acide phénique (M. Wœhler).

CIVETTE.

Le *Viverra civetta*, petit quadrupède d'Afrique, a près de l'anus une vésicule qui contient une substance particulière, nommée *civette*.

La civette est demi-fluide, brunâtre, d'une saveur âcre, d'une odeur très forte. Elle renferme :

De l'ammoniaque,
De la stéarine,
De l'élaïne,
Du mucus,
De la résine,
Une huile volatile,
Une matière colorante jaune,
Du carbonate et du sulfate de potasse,
Du phosphate de chaux,
De l'oxyde de fer. (M. BOUTRON-CHARLARD.)

Digitized by Google

SOIE. — FILS DE LA VIERGE. — ÉPONGES.

Au moment de se transformer en chrysalides, plusieurs insectes s'enveloppent de fils qui les protégent contre les agents extérieurs. Parmi ces insectes se trouve le *Phalæna bombyx* (ver à soie), dont on recueille les fils, qui servent à fabriquer des étoffes.

La soie, telle que la renferme le *Phalæna bombyx*, est liquide et visqueuse; elle durcit au sortir du corps de l'animal, en laissant exsuder une matière cireuse et jaunâtre qui la recouvre comme un vernis.

L'extraction de cette matière cireuse constitue une partie importante de l'art du teinturier. Nous l'avons déjà décrite sous le nom de *décreusage de la soie*.

La substance qui compose la soie décreusée a reçu le nom de *fibroïne*.

La fibroïne est blanche, douce au toucher, soluble dans les acides chlorhydrique, azotique et phosphorique. Elle contient, déduction faite des cendres :

Carbone	48,53
Hydrogène	6,50
Azote	17,35
Oxygène } Soufre }	27,62
	100,00

(M. MULDER.)

Les *fils de la vierge* sont formés aussi de fibroïne.

La matière qui constitue les *éponges* présente les mêmes caractères que la fibroïne, et a pour composition :

Carbone	46,51		48,50
Hydrogène	6,31		6,29
Azote	16,15		16,15
Soufre	0,50	Cendres	3,59
Phosphore	1,90		
Iode	1,08		
Oxygène	»		
	(M. CROOKEWIT.)		(M. POSSELT.)

TOILES D'ARAIGNÉE.

Les araignées sécrètent un liquide qui se solidifie bientôt à l'air, et avec lequel elles forment leur *toile*.

L'analyse de cette substance a été faite par Cadet, qui y a trouvé une

Digitized by Google

matière soluble dans l'eau et dans l'alcool, un autre corps soluble dans l'eau, mais insoluble dans l'alcool, enfin des sels minéraux tels que des chlorures, des sulfates alcalins et un sel de chaux indeterminé. La toile d'araignée est azotée.

PEAU.

La *peau* est l'enveloppe extérieure du corps. Elle se compose de trois parties :

Le *derme*,

Le *tissu réticulaire*,

L'*épiderme*.

Le *derme* recouvre immédiatement les muscles et les os. Il est formé par l'assemblage d'un grand nombre de fibres déliées qui se croisent en tous sens et laissent entre elles des ouvertures coniques dont la base est placée du côté interne. L'épaisseur du derme est variable : elle est plus grande sur le dos que sur le ventre. Il existe sous le derme une couche de tissu cellulaire rempli de graisse, qui s'oppose à la déperdition de la chaleur.

Quand après avoir débarrassé le derme des matières étrangères, on le soumet à la dessiccation, il devient jaunâtre, légèrement translucide, et il acquiert une certaine rigidité, qui disparaît lorsqu'on le plonge dans l'eau.

A la température ordinaire, le derme est insoluble dans l'eau ; mais il s'y dissout lentement à l'ébullition en se convertissant en gélatine. La rapidité avec laquelle cette dissolution s'opère varie avec les espèces animales. Le derme des oiseaux et des petits mammifères se dissout le plus facilement.

Les acides affaiblis et les alcalis en dissolution étendue dissolvent le derme, même à la température ordinaire. Le sulfate de peroxyde de fer, le bichlorure de mercure et le tannin forment avec le derme des combinaisons imputrescibles : c'est sur cette propriété qu'est fondé le tannage des cuirs.

L'alcool, l'éther, les essences et les huiles grasses ne dissolvent pas le derme.

Le *tissu réticulaire* est placé entre le derme et l'épiderme. Il est formé de fibres nerveuses et de vaisseaux qui traversent la peau et se répandent à sa surface.

Digitized by Google

C'est dans le tissu réticulaire que se trouve la matière colorante de la peau. Quand la peau a été détruite dans un endroit quelconque du corps, le derme et l'épiderme se régénèrent au bout de peu de temps, tandis que le tissu réticulaire ne se reproduit pas; il est remplacé par le tissu cellulaire. Ce dernier étant incolore, la place qu'il occupe reste sans couleur et forme une *cicatrice*.

L'*épiderme* est la partie extérieure de la peau. Il contient en centièmes:

Carbone	50,34
Hydrogène	6,81
Azote	17,22
Oxygène / Soufre	25,63
	100,00

(M. SCHEERER.)

Quand on examine avec soin l'épiderme, on reconnaît qu'il est rempli de pores par lesquels sortent les poils et les matières provenant de la transpiration. On peut le détacher du tissu réticulaire par une macération dans l'eau.

Lorsqu'on soumet l'épiderme à l'action de la chaleur, il fond, prend feu et brûle avec une flamme éclairante. Si on l'abandonne longtemps au contact de l'eau froide, il devient cassant. L'eau bouillante le convertit en gélatine.

L'acide azotique l'attaque à froid en lui faisant prendre une teinte jaune qui disparaît quand l'épiderme tombe. L'acide sulfurique concentré le ramollit, puis le dissout; aussi lorsqu'on se frotte les doigts après les avoir mouillés avec cet acide, on éprouve la même sensation que si on les avait trempés dans l'huile.

Les alcalis dissolvent facilement l'épiderme; c'est ce qui explique pourquoi la peau des personnes qui plongent souvent les mains dans la lessive acquiert une grande sensibilité.

En général, les sels durcissent l'épiderme. Les sulfures alcalins, les azotates d'argent et de mercure, certaines matières végétales lui communiquent des colorations foncées qui deviennent bientôt noires.

L'épiderme, qui est généralement très mince, s'accumule dans certaines parties du corps, comme la paume de la main, la plante des pieds, et forme alors les *callosités*.

La peau contient deux espèces de glandes : les *glandes sudorifères*, qui sécrètent la sueur, et les *glandes sébacées*, desquelles s'écoule le *suint*.

Il existe en outre dans la peau des bulbes dépendant du système nerveux et qui donnent naissance à des productions de diverse nature, telles que les *cheveux*, les *poils*, les *cornes* et les *plumes*.

Digitized by Google

La peau, débarrassée, à son côté interne, de la graisse et du tissu cellulaire, à son côté externe, des poils et de l'épiderme, contient :

Eau	57,50
Matières extractives solubles dans l'eau	7,60
Matières extractives solubles dans l'alcool	0,83
Albumine	1,54
Tissu cutané, vaisseaux et petite quantité de tissu cellulaire	32,53
	100,00

(WIENHOLT.)

CHEVEUX, POILS.

Les cheveux sont formés par un tube cylindrique qu'entourent de petites écailles dont les pointes se tournent vers l'extrémité libre du cheveu. Un organe délié, placé à l'intérieur du tube, fournit des liquides à la substance pileuse. Cet organe peut, dans certaines maladies (*teigne*, *plique polonaise*), se gonfler assez pour que, lorsqu'on coupe le cheveu, il en suinte un liquide mélangé de sang.

A l'état normal, les cheveux sont insensibles, fortement électriques, et mauvais conducteurs de la chaleur. Leur coloration est due à la teinte variée des liquides qui les remplissent.

Les cheveux rouges contiennent une huile d'un rouge jaunâtre; les cheveux noirs, une huile d'un gris verdâtre; les cheveux blancs, une huile incolore.

Les cheveux blanchissent lorsque la sécrétion colorée cesse par suite des progrès de l'âge, ou bien lorsqu'on se trouve sous l'influence d'affections morales très vives : dans ce dernier cas, la décoloration est soudaine.

Lorsqu'on abandonne les cheveux au contact de l'air, ils se gonflent en absorbant de l'humidité, mais ils ne se putréfient pas. Le chlore les blanchit d'abord, puis les convertit en une substance résinoïde analogue à la térébenthine.

Les cheveux sont insolubles dans l'eau : si on les fait chauffer en présence de ce liquide dans un tube scellé à la lampe, ils se décomposent et dégagent de l'hydrogène sulfuré. Une dissolution étendue de potasse caustique leur fait subir une altération semblable.

L'acide chlorhydrique et l'acide sulfurique étendus dissolvent les cheveux en prenant une teinte rose. L'acide azotique les jaunit, les attaque et les convertit en acide oxalique, en acide sulfurique et en une substance amère peu connue.

L'alcool dissout les huiles colorées des cheveux; l'huile incolore se

Digitized by Google

dépose par le refroidissement, les autres huiles restent dissoutes. Pendant ce traitement les cheveux rouges brunissent.

Plusieurs sels et oxydes métalliques, des matières organiques, font virer au noir la coloration rouge ou blanche des cheveux. C'est sur cette propriété qu'est fondée la teinture des cheveux.

Pour teindre les cheveux en noir, on emploie : l'azotate d'argent en dissolution dans l'éther, le même sel mélangé avec de la graisse, de l'huile, de la chaux éteinte, et l'acide pyrogallique.

Les alcalis dissolvent les cheveux : c'est cette propriété qui fait employer en Orient, comme pâte épilatoire, un mélange formé de 1 partie d'orpiment et de 9 parties de chaux vive.

Les cheveux, soumis à l'action de la chaleur, se racornissent, gonflent, répandent une odeur de corne brûlée, prennent feu et brûlent avec une flamme brillante en laissant un résidu de charbon. Ils donnent des produits huileux et ammoniacaux à la distillation.

Composition chimique des cheveux.

La composition des cheveux a été examinée successivement par Vauquelin et Van Laer.

D'après Vauquelin, les cheveux noirs contiennent :

1° Une matière animale qui en forme la plus grande partie;
2° Une huile blanche concrète en petite quantité;
3° Une autre huile, d'un gris verdâtre, plus abondante;
4° Du fer, dont l'état est incertain dans les cheveux;
5° De petites quantités d'oxyde de manganèse;
6° Du phosphate de chaux;
7° Du carbonate de chaux en très petite quantité;
8° De la silice en quantité notable;
9° Une quantité notable de soufre.

Les cheveux rouges ne diffèrent des cheveux noirs qu'en ce qu'ils contiennent une huile rouge au lieu d'une huile grise verdâtre, et les cheveux blancs en ce que l'huile n'est presque pas colorée et qu'ils contiennent du phosphate de magnésie qui ne se retrouve pas dans les autres.

D'après Van Laer, les cheveux contiennent :

Carbone	49,777
Hydrogène	6,369
Azote	17,140
Oxygène, Soufre	26,723

Digitized by Google

Le même chimiste a déterminé la quantité de soufre que contiennent les différentes espèces de cheveux, et il a trouvé :

Cheveux bruns	4,98 à 5,44	pour 100 de soufre.	
Cheveux noirs	4,85 5,22	—	
Cheveux rouges	5,02	—	
Cheveux gris	4,63 4,95	—	
Moyenne		5 pour 100.	

Les cheveux laissent par la calcination une certaine quantité de cendres qui a été examinée par Van Laer :

	Cendres sur 1000 parties.	Matières solubles.	Oxyde de fer.	Sels terreux.
Cheveux bruns. .	0,54	0,17	0,058	0,312
	1,10	0,51	0,390	0,200
	0,32	»	»	»
Cheveux noirs. . .	1,02	0,29	0,214	0,516
	1,15	»	»	»
Cheveux rouges. .	1,30	0,93	0,170	0,200
	0,54	0,27	0,270	0,000
	1,85	»	»	»
Cheveux gris. . .	1,00	0,24	0,232	0,528
	0,75	»	»	»

POILS.

Les poils diffèrent des cheveux par leur opacité et par leur forme qui est conique.

Nous donnerons ici la composition des poils de la barbe :

Carbone	51,990
Hydrogène.	6,717
Azote.	17,284
Oxygène } Soufre }	24,009
	100,000

(M. Scheerer.)

LAINE.

La laine présente, comme les poils, l'aspect de cônes allongés, dont le diamètre varie entre 0mm,04 et 0mm,02. Les écailles dont elle est recouverte lui donnent la faculté de se feutrer dans l'opération du *sécrétage*.

Digitized by Google

Le frottement use les écailles de la laine, qui devient alors parfaitement lisse et se divise en fils cylindriques de diverses grosseurs.

La laine est élastique ; elle s'allonge par la traction et reprend ensuite ses dimensions premières. Telle que la porte l'animal, la laine est recouverte d'une matière grasse nommée *suint*. Le suint peut être enlevé à la laine par des lavages répétés à l'eau alcaline et chaude. Cette opération, que nous avons déjà décrite, porte le nom de *désuintage*.

La laine, soumise à l'incinération, laisse de 3 à 5 pour 1000 de cendres, composées de phosphates de chaux et de magnésie, de sulfate de chaux, de peroxyde de fer, de peroxyde de manganèse et de silice. Quand on la maintient longtemps à la température de 150°, elle jaunit et dégage de l'hydrogène sulfuré ; l'eau favorise cette réaction. Aussi, lorsqu'on fait bouillir la laine en présence de sels de cuivre ou de plomb, elle noircit rapidement.

La chaux peut enlever une certaine quantité de soufre à la laine, qui noircit alors moins facilement par l'ébullition dans des vases métalliques ; mais ce traitement fait perdre à la laine une partie de sa solidité et restreint ainsi les usages de cette matière importante.

La laine de mérinos brute séchée à 100° contient :

Matière terreuse, qui se dépose dans l'eau avec laquelle on la lave.	26,06
Suint de laine, soluble dans l'eau froide	32,74
Graisses particulières (stéarine et élaïérine)	8,57
Matières terreuses, fixées par la graisse	1,40
Laine proprement dite.	31,23

(M. CHEVREUL.)

SUBSTANCE CORNÉE.

Cette substance est translucide, d'un gris jaunâtre ou noire. Elle répand une odeur désagréable lorsqu'on la râpe et ne se dissout pas dans l'eau.

La substance cornée se ramollit dans l'eau bouillante et fond au-dessus de 100° ; elle se soude facilement à elle-même. Lorsqu'on la soumet à la distillation, elle dégage des produits fétides et laisse un résidu de charbon très brillant.

L'alcool, l'éther, l'acide sulfurique, l'acide acétique n'ont à froid aucune action sur la corne. L'acide chlorhydrique la bleuit ; l'eau régale l'attaque avec violence ; la potasse et la soude la dissolvent et la décomposent en divers produits peu connus.

Nous donnons ici la composition en centièmes de la matière cornée :

Digitized by Google

	Corne de vache.		Ongles.	Corne de buffle.
Carbone. . .	50,80	50,94	51,089	51,400
Hydrogène. .	6,77	6,65	6,824	6,779
Azote	16,30	16,30	16,901	17,284
Oxygène. . .	23,48	23,48	25,186	24,397
Soufre. . . .	2,65	2,65		
	(TILANUS.)		(M. SCHEERER.)	(M. SCHEERER.)

	Corne de bœuf.	Sabot de cheval.	Sabot de vache.	Sabot de renne.
Carbone. . .	51,6	50,4	50,4	49,3
Hydrogène. .	6,8	7,0	6,8	6,2
Azote	17,1	16,7	16,8	17,4
Oxygène. . .	19,5	22,5	22,6	27,1
Soufre. . . .	5,0	3,4	3,4	
		(M. MULDER.)	(M. MULDER.)	(FREMY.)

PLUMES.

Les plumes sont formées de deux parties : le tube ou tuyau et les barbes. Leur couleur provient ordinairement d'une huile analogue à celle des poils; mais elle peut être due aussi, et cela arrive pour les plumes aux teintes les plus vives, à une décomposition de la lumière analogue à celle qu'opèrent les surfaces finement striées, comme celles de la nacre de perle.

Lorsqu'on soumet les plumes à l'action de la chaleur, elles répandent une odeur caractéristique extrêmement désagréable.

Les plumes sont quelquefois employées dans l'analyse pour reconnaître la présence de l'acide azotique. Elles présentent la composition suivante :

	Barbes de plume.	Tuyau de plume.
Carbone	52,470	52,427
Hydrogène	7,110	7,213
Azote.	17,682	17,893
Oxygène, Soufre	22,438	22,467
	(M. SCHEERER.)	(M. SCHEERER.)

Les cendres de plumes contiennent une grande quantité de silice.

ÉCAILLE.

L'écaille est la matière dure et flexible qui recouvre en totalité ou en partie le corps de certains animaux. Elle affecte tantôt la forme de

Digitized by Google

tunique non adhérente au corps, tantôt celle de lames ou d'arêtes aiguës attachées à la peau par une de leurs extrémités : dans le premier cas, l'écaille est transparente, d'un brun foncé veiné de jaune; dans le second cas, elle offre l'aspect d'une mosaïque à couleurs variées.

La composition de l'écaille des reptiles se rapproche de celle de la matière cornée; les écailles de poissons présentent au contraire une certaine analogie de composition avec les os.

Écailles des reptiles.

L'écaille de *tortue* se comporte absolument comme la corne sous l'influence des réactifs. Elle fond au-dessus de 100°, brûle en répandant une odeur cornée et laisse environ 0,1 de cendres, formées principalement de phosphate de chaux.

On emploie l'écaille de la tortue pour fabriquer une foule d'objets de luxe. Elle se ramollit dans l'eau et peut être alors moulée sous toutes les formes.

Voici sa composition en centièmes :

Carbone	53,6
Hydrogène	7,2
Azote	16,3
Oxygène et soufre	22,9
	100,0

(FREMY.)

Les écailles de serpents et de lézards paraissent être identiques avec celle de la tortue. Elles laissent à l'incinération un résidu de cendres alcalines dont la proportion ne dépasse pas 3 centièmes.

(BERZELIUS, HATCHETT.)

Écailles de poissons.

Ces écailles renferment une matière animale analogue à celle qui compose les cartilages des poissons. Elles perdent de 11 à 16 pour 100 d'eau à 100°, et présentent en centièmes la composition suivante :

	Lepis ostea.	Parca labrax.	
Substance animale azotée	41,10	55,00	51,42
Phosphate de chaux	46,20	37,80	42,00
Carbonate de chaux	10,00	3,06	3,68
Phosphate de magnésie	2,20	0,90	0,90
Graisse	0,40	0,40	1,00
Carbonate de soude	0,10	0,90	1,00
Perte	»	1,94	»
	100,00	100,00	100,00

(M. CHEVREUL.)

Digitized by Google

Analyses des cendres d'écailles (Fremy).

NOMS DES ÉCAILLES.	CENDRES.	PHOSPHATE de CHAUX.	PHOSPHATE de MAGNÉSIE.	CARBONATE de CHAUX.
Écailles osseuses de Lépisostée. .	59,3	51,8	7,6	4,0
Écailles de Coffre.	51,0	44,6	»	5,2
Écailles de Maigre (poisson de mer).	41,9	36,4	0,7	2,0
Écailles de Brochet	43,4	42,5	traces	1,3
Écailles de Carpe.	34,2	33,7	traces	1,1

L'*ablette* présente des écailles d'un éclat argentin, dû à la présence d'une matière organique qui se détache lorsqu'on touche le poisson avec les mains. Cette matière se met facilement en suspension dans l'ammoniaque; la liqueur appliquée à l'intérieur de petites ampoules de verre, y laisse en s'évaporant un vernis qui leur donne l'aspect de perles naturelles.

FANONS DE BALEINE.

Le *palais* de la baleine est garni de lames tranchantes, disposées de façon à retenir les poissons que ce cétacé introduit dans sa gueule pour se nourrir.

Ces lames, auxquelles on a donné le nom de *fanons*, sont flexibles et transparentes. Elles se ramollissent dans l'eau bouillante, ce qui permet de leur faire prendre des formes variées. Leur composition en centièmes est la suivante :

Carbone.	50,8
Hydrogène.	7,4
Azote	16,5
Oxygène.	25,3
	100,0

(FREMY.)

On a pu en extraire sur 100 parties :

Mucus et gélatine.	89,50
Matière grasse	3,70
Chlorures de sodium et de calcium.	1,90
Sulfates de soude et de magnésie	1,10
Phosphate de chaux, soufre, oxyde de fer, silice. . . .	1,10
	97,30

(M. FAURÉ.)

Digitized by Google

TISSU CELLULAIRE.

Il existe dans les divers organes des animaux un tissu très délié, auquel on a donné le nom de *tissu cellulaire*.

Le tissu cellulaire se compose de lamelles transparentes, liées entre elles comme les mailles d'un réseau. Ces lamelles sont de petites cellules, à la surface intérieure desquelles suinte un liquide analogue à celui que sécrètent les membranes séreuses.

Lorsqu'on traite le tissu cellulaire par l'eau bouillante, ou mieux encore, par les acides étendus, il se convertit en gélatine. Les liqueurs alcalines lui font subir la même transformation.

Le tissu cellulaire paraît renfermer, outre la substance qui se change en gélatine, une certaine quantité d'albumine et de phosphate de chaux. (John.)

FIBRES ÉLASTIQUES.

On trouve dans le tissu cellulaire des fibres aplaties, auxquelles on a donné le nom de *fibres élastiques*.

Ces fibres se distinguent du tissu cellulaire par leur composition : l'eau ne leur fait subir aucune altération. L'acide acétique concentré ne les dissout pas, et l'acide sulfurique les transforme en leucine sans produire de glycocolle.

MEMBRANES SÉREUSES.

Le nom de ces membranes vient de ce qu'une de leurs faces sécrète continuellement un liquide ayant la consistance du sérum.

Les membranes séreuses recouvrent les organes tels que le foie, l'estomac, les intestins, les reins, etc. Elles offrent la même composition que le tissu cellulaire.

MEMBRANE FIBREUSE.

La membrane fibreuse se compose d'un corps facile à transformer en gélatine, de mucus, d'une matière grasse et d'une substance analogue à la fibrine : elle contient la moitié de son poids d'eau.

MEMBRANES MUQUEUSES.

Les membranes muqueuses paraissent entièrement différentes de la peau au point de vue chimique. Elles ne donnent pas de gélatine par la coction et sont tout à fait insolubles dans l'eau : elles sont recouvertes

Digitized by Google

d'une membrane qui a reçu le nom d'*épithélium*, et elles sécrètent du mucus (Berzelius).

L'épithélium contient :

Carbone	51,53
Hydrogène	7,03
Azote	16,64
Oxygène	22,32
Soufre	2,48

(M. DE GORUP BESANEZ.)

CHAIR MUSCULAIRE. — MUSCLES.

La chair musculaire se compose de fibres allongées (*muscles*) entre lesquelles se trouvent différents principes immédiats, des nerfs, du tissu cellulaire, du tissu adipeux, des vaisseaux lymphatiques et sanguins.

Elle contient en outre une certaine quantité de liquide, que l'on peut chasser par l'évaporation : 100 parties de chair, placées quelque temps à l'étuve, se réduisent à 25 parties par la dessiccation.

Composition de la chair musculaire.

PRINCIPES CONSTITUANTS.	HOMME. Muscles pectoraux.	FEMME. Muscles pectoraux.
Fibres musculaires, vaisseaux, nerfs	16,83	15,54
Albumine soluble et hématosine	1,75	1,93
Substance albumineuse du tissu cellulaire	1,92	2,07
Matières extractives	2,80	3,71
Graisse	4,24	2,30
Eau	72,46	74,45
	100,00	100,00

(M. DE BIBRA.)

Composition de la chair musculaire.

		BERZELIUS.	BRACONNOT.
Fibre charnue, vaisseaux, nerfs	15,8	17,70	18,18
Tissu cellulaire réduit en gélatine par la coction	1,9		
Albumine soluble et fibrine		2,20	2,70
Extrait alcoolique avec sels		1,80	1,94
Extrait aqueux avec sels		1,05	0,15
Phosphate de chaux contenant de l'albumine		0,08	»
Eau et perte		77,17	77,03
		100,00	100,00

Digitized by Google

COMPOSITION DE LA CHAIR MUSCULAIRE, PAR M. DE BIBRA.

NOMS des ANIMAUX.	NOMS DES PRINCIPES CONSTITUANTS.									
	Fibres musculaires, vaisseaux, nerfs, etc.	Albumine.	Hématosine	Extrait aqueux et sels.	Extrait alcoolique et sels.	Phosphate de chaux et matière animale.	Substance albumineuse retirée du tissu cellulaire.	Graisse.	Eau.	Perte.
Bœuf (muscles)	17,5	2,2		1,8	1,3	traces	»	»	77,2	
Canard sauvage (muscles pectoraux)	17,68	2,68		4,12		»	1,23	2,53	71,76	»
Carpe (cœur)	2,0	5,2*	»	1,7	1,0	»	»	»	90,1	
Cerf (cœur)	18,0	2,3*	»	»	2,4	0,4	»	»	76,9	
Chat (muscles)	16,33	2,0		2,93		»	1,79	1,80	75,15	
Chevreuil (muscles)	18,0	2,3		2,8		»	»	»	76,9	
Cochon (cœur)	16,8	2,4*	»	0,8	1,7	»	»	»	78,3	
Cyprinus nasus (muscles)	9,42	1,38	»	4,36		»	2,13	0,54	82,17	»
Couleuvre (muscles)	13,36	1,35	»	4,98		»	2,80	1,32	76,19	»
Faucon (cœur)	17,59	1,08		7,33		»	2,70	»	71,30	»
Grenouille (muscles pectoraux)	11,77	1,86		3,46		»	2,48	0,10	80,33	»
Hirondelle (muscles)	16,27	2,69		6,97		»	6,88	2,23	64,96	»
Martre (muscles)	15,74	1,99		3,13		»	2,11	2,03	75,00	
Moineau (muscles)	15,98	1,69		7,49		»	2,50	2,02	70,32	»
Pigeon (cœur)	17,0	4,5*	»	1,5	1,0	»	»	»	76,00	
Poulet (cœur)	16,5	3,0*	»	1,2	1,4	0,6	»	»	77,3	
Poule (muscles)	16,5	3,0		1,2	1,4	0,6	»	»	77,3	
Truite (cœur)	11,1	4,4*	»	0,2	0,6	2,2	»	»	81,5	
Renard (muscles)	15,53	2,89		4,30		»	1,98	2,47	»	»

N. B. Les astérisques indiquent que l'albumine n'était pas coagulée et renfermait du caillot.

Digitized by Google

La chair musculaire de quelques poissons a été soumise à l'analyse élémentaire ; voici les résultats obtenus :

Composition élémentaire de la chair musculaire de poisson.

ÉLÉMENTS.	Astacus fluvialis.		Melolontha vulgaris.		Anodonta cygnea.	
Carbone	52,14	52,39	52,35	52,08	52,40	52,50
Hydrogène	7,10	7,18	7,20	7,14	7,34	7,26
Azote	15,22	15,44	15,20	15,34	15,33	
Oxygène	25,54	24,99	25,25	24,44	26,93	
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
	M. Schmitz.					

Composition élémentaire de la chair musculaire de poisson.

ÉLÉMENTS.	Solia vulgaris.	Rhombus bambatus.	Gadus Merlangus.
Carbone	53,14	53,69	»
Hydrogène	6,99	7,11	»
Azote	»	»	»
Oxygène	15,49	15,40	12,50
Soufre	0,84	»	»
	M. Mulder.		

Les proportions de cendres laissées à l'incinération par la chair musculaire paraissent varier entre 2 et 8 pour 100. Ces cendres se composent principalement de phosphates alcalins et calcaires ; on y trouve aussi, comme le montre le tableau suivant, du chlorure, du sulfate et du carbonate de soude.

Digitized by Google

Cendres de la chair musculaire.

ORIGINE de LA CHAIR.	Cendres pour 100 parties de chair musculaire desséchée.	COMPOSITION DES CENDRES. Chlorure de sodium.	Sulfate de soude.	Phosphates alcalins.	Phosphates terreux et oxyde de fer.	Carbonate de soude.
Homme de trente ans, muscles	»	10,30	1,72	72,95	15,03	»
Homme de cinquante-neuf ans, muscles pectoraux	»	traces	11,40	69,03	19,57	»
— cœur	»	3,48	4,26	63,68	28,58	»
Femme de trente-six ans, muscles pectoraux	4,80	13,44	1,86	63,58	21,12	»
— cœur	3,61	5,33	traces	84,14	10,53	»
Enfant âgé d'une semaine, muscles	»	6,33	2,04	81,44	10,19	»
Bœuf, muscles	7,71	6,50	0,30	76,80	16,40	»
Blaireau femelle, muscles	6,16	4,04	»	85,96	10,00	»
Canard sauvage, muscles	4,48	1,20	»	84,00	14,80	»
	5,40	»	traces	87,90	12,10	»
— membrane musculaire de l'estomac	5,05	17,00	0,90	68,40	13,00	»
Carpe (*Cyprinus carpio*)	6,16	1,31	12,30	44,19	42,20	»
Chat domestique mâle, muscles	5,36	3,17	»	74,13	20,70	2,00
— tissu musculaire de l'estomac	4,54	12,62	5,00	71,78	10,60	»
— cœur	4,49	1,31	»	88,85	9,84	traces
— femelle, muscles	4,81	0,55	traces	74,05	25,40	»
— muscles de l'estomac	2,92	1,00	»	46,30	52,70	»
— membrane muqueuse de l'estomac	2,26	1,70	»	23,30	75,00	»
Chevreuil femelle, muscles	4,68	1,00	»	72,00	20,60	»
Corbeau, muscles pectoraux	5,06	1,73	»	70,07	28,20	»
	7,46	5,34	1,23	85,33	8,10	»
— cœur	4,68	3,34	»	70,06	17,60	traces
— muscles de la cuisse	4,74	4,66	0,97	86,03	8,34	»
Dindon, muscles	4,30	16,63	22,20	33,25	1,46	10,46
Écureuil, muscles	5,49	3,04	traces	85,54	11,42	»
Faucon (*Falco pyrargos*), muscles	4,73	1,15	»	90,40	8,45	traces
— membrane musculaire de l'estomac	2,82	traces	»	57,90	42,10	traces
— membrane muqueuse de l'estomac	3,09	traces	»	58,40	41,60	traces
Faucon (*Falco bueto*), muscles	4,66	7,38	4,50	46,15	41,97	»
— membrane musculaire de l'estomac	4,95	1,39	»	81,21	17,40	traces
— membrane muqueuse de l'estomac	8,97	24,07	4,32	51,11	20,50	traces
Grenouille (*Rana esculenta*)	4,96	11,00	»	64,00	25,00	traces
Hibou; muscles	4,40	traces	traces	76,40	23,60	traces
— membrane musculaire de l'estomac	4,05	traces	4,40	49,00	46,60	traces
— membrane muqueuse de l'estomac	7,36	traces	33,00	31,30	35,70	traces
Lièvre mâle, muscles	4,48	4,20	0,90	79,80	15,10	»
Martre mâle, muscles	4,42	5,55	2,18	54,62	37,65	»
Milan, mort de faim	5,87	5,94	»	69,33	24,36	traces
Perche (*Perca fluviatilis*)	7,08	1,27	»	54,39	44,34	traces
Poule, muscles pectoraux	5,51	1,39	traces	84,72	13,89	»
— membrane musculaire de l'estomac	6,34	18,45	4,33	63,52	13,70	traces
Poule âgée de quatre ans	3,14	1,30	»	86,70	12,00	»
— âgée de treize ans	4,31	traces	»	87,10	12,90	»
Renard femelle, muscles	3,83	1,02	2,50	74,08	22,40	»
— membrane musculaire de l'estomac	2,66	4,12	4,62	46,36	46,90	»
— membrane muqueuse de l'estomac	5,24	8,96	»	75,54	23,50	»
Veau, muscles	»	traces	traces	89,80	10,20	»

(M. DE BIBRA.)

Digitized by Google

Une petite portion du liquide de la chair s'écoule par la pression, mais la plus grande partie reste dans le tissu, et ne peut être extraite qu'à l'aide de traitements par l'eau.

Le liquide de la chair est rougeâtre, acide au papier de tournesol, coagulable en partie par l'action de la chaleur. Il renferme de la créatine, de la créatinine, de l'acide lactique, de l'acide inosique, de l'albumine, de l'inosite et divers sels minéraux.

Voici les quantités de créatine contenues dans 100 parties de chair musculaire :

	Créatine.	
Chair musculaire de poule.	3,21	2,9
Chair musculaire du cœur de bœuf.	1,37	1,418
Chair musculaire de la morue.	0,935	
Chair musculaire du pigeon.	0,825	
Chair musculaire de la raie.	0,607	

M. Liebig a trouvé :

Chair musculaire du cheval.	0,72
Chair musculaire du bœuf.	0,697

La créatinine existe dans la fibre musculaire de presque tous les vertébrés; elle se trouve à l'état de liberté et s'annonçant alors par une réaction alcaline très marquée; souvent aussi on la rencontre en combinaison avec l'acide phosphorique.

Le résidu du traitement par l'eau est blanc, insipide, et présente la plupart des propriétés de la fibrine du sang. Il en diffère cependant par quelques caractères. Ainsi, il ne se ramollit pas sous l'influence de l'humidité; il se transforme partiellement en gélatine par l'ébullition avec l'eau, et il se dissout immédiatement dans l'acide chlorhydrique étendu, ce que ne fait pas la fibrine. Il paraît en outre que les cendres qu'il laisse à l'incinération ne contiennent pas de fer : aussi a-t-on proposé de lui donner le nom de *musculine*.

Lorsqu'on soumet la chair musculaire à la coction avec de l'eau, il se dégage du sulfhydrate d'ammoniaque, des corps odorants et un acide analogue à l'acide acétique : l'extrait aqueux est du *bouillon*.

Le bouillon renferme, outre de la graisse, une portion des matières odorantes précédemment indiquées, de la gélatine, quelques sels solubles, et les divers principes immédiats qui existent dans la viande. Voici sa composition :

Digitized by Google

Eau	988,570
Matières organiques fixes séchées à 20° dans le vide	12,700
Soude, Potasse, Acide sulfurique, acide phosphorique, chlore	2,900
Phosphate de magnésie	0,230
Phosphate de chaux, Oxyde de fer	0,100
	1004,500

(M. CHEVREUL.)

La viande cuite retient la fibrine, une partie de l'albumine, des phosphates de chaux, de magnésie et de l'oxyde de fer.

Le mode de coction exerce une grande influence sur la qualité du bouillon et celle des viandes bouillies. Pour obtenir un bouillon sapide, il faut placer la chair dans l'eau froide et porter ensuite lentement cette eau à l'ébullition. On évite ainsi que l'albumine se coagule dans le tissu, et s'oppose à la sortie des principes qui doivent développer l'arome. Lorsque ces précautions ont été prises, la coagulation n'a lieu qu'au dehors de la viande; l'albumine, devenue insoluble, s'élève peu à peu, entraînant avec elle les sels de chaux qui troubleraient le bouillon, et vient à la surface de l'eau former une espèce d'enveloppe, nommée *écume*, qui empêche l'évaporation des matières odorantes.

Quand on veut au contraire préparer par coction aqueuse une viande agréable au goût, il est indispensable de la placer dans l'eau bouillante, afin de coaguler aussitôt une mince couche d'albumine, qui empêche les principes sapides de s'échapper.

Les substances que la viande perd ne se retrouvent pas dans le bouillon, puisqu'une partie de ces substances a servi, en se décomposant, à développer l'arome : de sorte que, sous le même poids, la chair bouillie et son bouillon pris ensemble sont moins nourrissants que la chair rôtie. En effet, par ce dernier mode de cuisson, la viande conserve les matières que l'eau lui aurait enlevées, la musculine s'altère moins, et, par suite, les propriétés nutritives diminuent fort peu.

La chair musculaire est soluble en partie dans l'acide acétique froid. La potasse caustique la dissout entièrement à chaud ; les acides versés dans la dissolution y produisent un précipité abondant.

Les fibres musculaires partagent avec le liquide qui en découle par la compression la propriété de rougir le papier de tournesol.

On a longtemps attribué l'acidité des muscles à l'acide lactique, mais le corps qui rend ordinairement la fibre musculaire acide est le phos-

Digitized by Google

phate acide de potasse qui a pour formule $KO,(HO)^2,PhO^5$. On extrait facilement ce sel des muscles à l'aide de l'alcool faible.

La proportion de phosphate de potasse qui existe dans les muscles des différents animaux paraît liée à la formation du système osseux, car on trouve toujours ce sel en abondance chez les animaux dont les os sont très développés, et il est en quantité très faible chez les animaux articulés ou chez les mollusques. On comprend, du reste, le rôle que ce sel peut jouer dans la formation des os, car des expériences directes prouvent qu'en réagissant sur le carbonate de chaux, le phosphate acide de potasse extrait des muscles peut donner naissance au phosphate de chaux basique, qui entre, comme on le sait, en si grande quantité dans la constitution de la substance osseuse.

Ce phosphate acide de potasse n'est peut-être pas sans influence sur la production de l'acide oléophosphorique que l'on trouve abondamment répandu dans les muscles.

Les muscles des vertébrés sont en effet imprégnés d'une quantité considérable de corps gras, formés en proportions variables de stéarine, de margarine, d'oléine et d'acide oléophosphorique combiné avec la soude.

La présence de l'acide oléophosphorique dans les muscles est un fait important pour les physiologistes. On peut dire aujourd'hui que cet acide se trouve dans presque toutes les parties de l'organisation animale.

De nombreuses expériences ont permis de constater que la proportion de cet acide dans le tissu musculaire augmente avec l'âge des animaux, et qu'elle varie avec les diverses espèces de vertébrés. Ainsi, les poissons à chair blanche et légère, comme le merlan, la limande, le carrelet, n'en contiennent qu'une faible proportion; tandis que les poissons dont la chair est compacte, d'une saveur très marquée, d'une digestion souvent difficile, comme le maquereau, le hareng, la truite et surtout le saumon, en présentent des quantités considérables. C'est, du reste, ce corps phosphoré qui, en se décomposant incomplétement par l'action de la chaleur, communique au poisson grillé une saveur caractéristique.

Les muscles de certains poissons sont colorés par une substance rouge qui produit le *saumonage*. Ce corps, dont nous avons déjà étudié les propriétés, a reçu le nom d'*acide salmonique*.

L'acide salmonique se retrouve également dans les œufs de saumon, ce qui rend compte, jusqu'à un certain point, de la décoloration et de la perte de saveur qu'éprouve la chair du saumon au moment de la ponte.

Le saumon bécard (*Salmo hamatus*, Val.) ne contient pas autant d'acides salmonique et oléophosphorique que le saumon commun (*Salmo salmo*, Val.); les muscles des poissons peuvent donc, dans les espèces les plus voisines, offrir des différences notables quant à leur composition.

Le phosphate acide de potasse, qui se rencontre en si grande abondance dans les muscles des mammifères, manque presque complétement

Digitized by Google

chez les crustacés; l'acide oléophosphorique y existe, au contraire, en proportion assez forte, comme dans les muscles des poissons. La créatine et la créatinine existent aussi dans les muscles de plusieurs espèces de crustacés.

Les muscles des mollusques présentent une composition beaucoup plus simple que ceux des animaux vertébrés; ils ne contiennent plus de quantités appréciables de phosphate acide de potasse, d'acide oléophosphorique, de créatine et de créatinine. Ils renferment de la taurine, principe immédiat cristallisable, dont les propriétés ont été examinées précédemment. (MM. Valenciennes et Fremy.)

TENDONS ET APONÉVROSES.

On désigne sous ce nom le corps blanc et brillant qui lie les muscles aux os.

Les tendons sont formés d'une matière qui donne de la gélatine par l'ébullition avec l'eau. Ils renferment en outre une certaine quantité de phosphate de chaux, de chlorure de sodium et de chlorure de potassium.

Quand on traite les tendons par l'acide acétique, l'acide chlorhydrique ou la potasse caustique, ils se dissolvent en abandonnant des petits vaisseaux, qui restent en suspension dans la liqueur. La dissolution présente tous les caractères d'une eau contenant de la gélatine.

Les tendons durcissent par la dessiccation, mais l'humidité leur rend leur première mollesse. Ils s'ossifient quelquefois dans certains points. Les parties ossifiées ont reçu le nom de *sésamoïdes*.

Les aponévroses sont les membranes qui entourent un ou plusieurs muscles. Elles présentent la même composition que les tendons.

(Berzelius.)

LIGAMENTS.

Les os sont attachés les uns aux autres par une substance élastique que l'on a nommée *ligament*.

Les ligaments n'offrent pas la même composition dans les diverses parties du corps : les uns se changent en gélatine par l'ébullition avec l'eau, et se dissolvent dans l'acide acétique; les autres sont insolubles dans cet acide, et n'éprouvent aucune transformation sous l'influence de l'eau bouillante. De plus, ces derniers ligaments forment avec le tannin un composé soluble dans l'eau : il est donc impossible, comme on l'a fait dans un temps, de les confondre avec les premiers. (Berzelius.)

Digitized by Google

NERFS.

Les nerfs se composent de tubes fermés intérieurement, de distance en distance, par des membranes entre lesquelles se trouve une matière analogue à celle que renferme le cerveau. Ils se gonflent dans l'eau bouillante, et ils perdent toute la matière grasse qu'ils contiennent, quand on les traite par l'alcool. La potasse caustique agit à froid sur les nerfs, les dissout en presque totalité, et ne laisse qu'une membrane mince, nommée *névrilème*.

Le névrilème est insoluble dans l'eau bouillante et dans les liqueurs alcalines étendues. Il se dissout dans l'acide sulfurique et l'acide chlorhydrique concentrés. L'acide azotique ne le jaunit pas.

Les nerfs présentent dans certains endroits des espèces de nœuds qui ont reçu le nom de *ganglions*.

Les ganglions offrent une structure plus compacte que celle des nerfs. Ils se contractent dans l'eau bouillante, et se dissolvent lentement dans la potasse caustique. (BERZELIUS.)

CARTILAGES.

Les cartilages sont formés par un tissu sec et flexible qui ne renferme qu'une petite quantité de matières inorganiques; ils servent à réunir ou à prolonger les parties de charpente osseuse, ou bien à composer la partie solide de quelques organes tels que le nez, les oreilles, etc.

Lorsqu'on traite les cartilages par l'eau, ils donnent de la chondrine (M. Müller).

On peut diviser les cartilages en deux classes distinctes : les cartilages proprement dits et les fibro-cartilages.

Les cartilages se composent d'une matière assez résistante remplie de cavités entre lesquelles se trouvent des cellules à noyau.

Lorsqu'on soumet les cartilages à l'action de l'eau bouillante, la partie qui renferme les cellules se convertit en chondrine, tandis que les cellules ne subissent aucune transformation.

Les fibro-cartilages contiennent, outre ces matières, une substance nouvelle dont les fibres donnent par l'ébullition avec l'eau un corps différent de la chondrine, car il est à peine précipité par le tannin.

Sous l'action de l'eau bouillante, les fibro-cartilages du genou se convertissent en gélatine.

Il existe donc plusieurs espèces de fibro-cartilages.

Nous donnons ici la composition des cartilages :

Digitized by Google

Composition élémentaire des cartilages, par M. Scherer.

	Cartilages des côtes.	
Carbone	49,496	50,895
Hydrogène	7,133	6,962
Azote	14,908	14,908
Oxygène	28,463	27,235
	100,000	100,000

Les cendres laissées à l'incinération par les cartilages des fausses côtes d'un jeune homme de vingt et un ans ont été trouvées composées en centièmes, de :

Carbonate de soude	35,068
Sulfate de soude	24,241
Chlorure de sodium	8,231
Phosphate de soude	0,925
Sulfate de potasse	1,200
Carbonate de chaux	18,372
Phosphate de chaux	4,056
Phosphate de magnésie	6,908
Oxyde de plomb	0,999
	100,000

(MM. Frommherz et Gugert.)

OS.

Les os sont des parties solides qui servent à soutenir les parties molles du corps : ils augmentent en longueur et en grosseur avec l'âge de l'animal.

Les travaux successifs de plusieurs chimistes, parmi lesquels nous citerons Vauquelin, Fourcroy, Berzelius, Mérat-Guillot, John, MM. Chevreul, Boussingault, Marchand, Valentin, Rees et de Bibra, ont établi depuis longtemps la composition des os; mais le mode de groupement des principes constituants des os est resté ignoré.

Des recherches chimiques sur les os, faites dans ces dernières années, ont jeté du jour sur cette question. Le mode de formation et le développement de la substance osseuse paraissent aujourd'hui connus. Les rapports de l'os avec les diverses autres parties du corps, telles que les dents, les bois des animaux, sont également déterminés. Ces résultats se trouvent consignés dans un mémoire récent auquel nous emprunterons de nombreux détails. (Fremy.)

Digitized by Google

Les os se composent essentiellement d'une partie solide formée par des sels de chaux, et d'un tissu cartilagineux et flexible (osséine), dans lequel se trouvent des vaisseaux et des nerfs. Une membrane mince et transparente, nommée *périoste*, les recouvre extérieurement. Les os les plus longs sont creux, et renferment une matière grasse communément désignée par le nom de *moelle*.

La moelle renferme :

Graisse	96
Membranes et vaisseaux	1
Corps identiques avec ceux que l'eau froide extrait de la chair	3
	100

(BERZELIUS.)

Voici la composition en centièmes d'un os débarrassé du périoste, de la moelle et de la graisse :

Cartilage insoluble dans l'acide chlorhydrique	27,23
Cartilage soluble	5,02
Vaisseaux	1,01
Phosphate basique de chaux	52,26
Fluorure de calcium	1,00
Carbonate de chaux	10,21
Phosphate de magnésie	1,05
Soude	0,92
Chlorure de sodium	0,25
Oxydes de fer et de manganèse, perte	1,05
	100,00

(M. MARCHAND.)

Analyse d'un os débarrassé du périoste et de la graisse.

	Homme.	Bœuf.
Cartilage complétement soluble dans l'eau.	32,17	33,30
Vaisseaux	1,13	
Phosphate de chaux basique avec un peu de fluorure de calcium	53,04	58,35
Carbonate de chaux	11,30	3,85
Phosphate de magnésie	1,16	2,05
Soude avec très peu de chlorure de sodium.	1,20	2,45
	100,00	100,00

(BERZELIUS.)

Lorsqu'on traite un os par l'acide chlorhydrique étendu, les sels calcaires se dissolvent, tandis que l'osséine reste à l'état insoluble. L'osséine

Digitized by Google

a, comme on le sait, la propriété de se changer en gélatine par l'ébullition avec l'eau. Cette transformation s'opère dans des temps différents pour les osséines provenant d'animaux différents. En outre, celle qui provient d'un jeune animal se convertit plus rapidement en gélatine que celle qui est retirée d'un os d'animal adulte.

On ne sait pas encore si l'osséine se trouve à l'état de simple mélange avec le phosphate et le carbonate de chaux, ou bien si elle est combinée avec les sels calcaires. Plusieurs chimistes pensent qu'il ne peut exister une combinaison, en proportion définie, entre un corps azoté neutre, tel que l'osséine, le phosphate de chaux tribasique ou le carbonate de chaux; les autres, au contraire, considérant que dans les os les plus divers le rapport de la matière organique azotée aux sels calcaires reste à peu près le même, admettent une combinaison véritable de l'osséine avec le phosphate et le carbonate de chaux.

Quand on soumet comparativement un os et de l'osséine à l'influence de l'eau bouillante, qui détermine dans les deux cas la production de la gélatine, l'os s'altère beaucoup plus lentement que l'osséine; on pourrait donc croire que dans l'os, l'osséine se trouve combinée avec un sel qui la préserve de l'action de l'eau bouillante. Toutefois l'expérience suivante semble démontrer, au contraire, que, dans la substance osseuse, la matière organique ne se trouve pas en combinaison avec les sels calcaires. Si l'on traite par l'eau bouillante, dans deux ballons différents, 1 gramme d'os de vache et une quantité d'osséine retirée du même os, précisément égale à celle qui existe dans l'os soumis à l'expérience, l'osséine de l'os s'altère aussi rapidement que l'osséine pure, dans les premières heures d'ébullition, mais ensuite la quantité de gélatine produite par l'os va en diminuant, et au bout d'un certain temps elle devient absolument nulle.

Les couches extérieures d'un os ainsi traité par l'eau bouillante ne contiennent plus de substances organiques : elles sont formées de phosphate et de carbonate de chaux presque purs. Ces couches calcaires produisent donc, en quelque sorte, un vernis imperméable, et préservent les couches intérieures de l'action de l'eau bouillante : c'est pour cette raison que la production de la gélatine s'arrête après une ébullition de quelque temps.

Pour démontrer que l'osséine se trouve protégée par les couches de sels calcaires, il suffit de gratter l'os qui a été maintenu longtemps dans l'eau bouillante, afin d'enlever le phosphate et le carbonate de chaux qui se trouvent à sa surface, et de soumettre ensuite l'os gratté à l'action de l'eau bouillante; il donnera, dans le même temps, des quantités de gélatine égales à celle qu'il produisait d'abord.

L'expérience démontre donc que l'osséine contenue dans les os se comporte dans l'eau bouillante comme l'osséine pure, et tend à prouver par

Digitized by Google

conséquent que, dans un os, l'osséine se trouve à l'état de liberté.

L'action des acides et celle des bases sur les os paraissent conduire à la même conséquence. Lorsqu'on traite, en effet, un os par les acides étendus, il reste de l'osséine, qui présente exactement l'organisation de l'os; quand on fait agir au contraire une dissolution étendue de potasse sur un os, l'osséine se dissout et l'on obtient des couches calcaires offrant également la disposition de l'os. Si l'osséine se trouvait en combinaison avec les sels calcaires, en détruisant cette combinaison par les acides ou par les alcalis, on obtiendrait un résidu entièrement désorganisé et qui ne présenterait plus la structure de l'os.

Tous les os ne renferment pas de l'osséine : on trouve, en effet, dans les os de certains palmipèdes et dans les arêtes de poissons, un corps azoté qui diffère évidemment de l'osséine, car il résiste à l'action de l'eau bouillante et à celle des acides.

Les expériences de M. Flourens ont établi depuis longtemps qu'il existe dans la substance osseuse une mutation continuelle, qui fait que l'os croît en grosseur par couches superposées et en longueur par couches juxtaposées, qu'en outre le canal médullaire s'agrandit par résorption des couches internes de l'os, et que les têtes d'os sont successivement formées et résorbées pour être reformées ensuite. On sait maintenant que les couches d'os, quoique d'âges différents, présentent une composition identique.

Digitized by Google

ANALYSE COMPARATIVE DES DIFFÉRENTES COUCHES D'UN MÊME OS.

NOMS DES OS.	NOMS DES COUCHES.	CENDRES.	PHOSPHATE de CHAUX.	PHOSPHATE de MAGNÉSIE.	CARBONATE de CHAUX.
Humérus d'une femme de 22 ans.	Couche extérieure	63,4	57,9	1,5	6,8
	Couche médiane	65,7	59,6	1,5	6,8
	Couche intérieure	64,6	58,7	1,5	6,8
Fémur d'une femme de 22 ans.	Couche extérieure rapprochée du col	61,0	59,4	1,3	7,7
	Couche intérieure rapprochée du col	63,0	58,5	1,3	7,9
	Couche extérieure de la partie médiane	62,9	»	»	»
	Couche intérieure de la partie médiane	61,5	»	»	»
Fémur d'une femme de 80 ans.	Couche extérieure	65,1	60,9	1,2	7,5
	Couche médiane	64,3	57,9	1,2	9,7
	Couche intérieure	64,5	55,9	1,3	9,7
Fémur de bœuf	Couche extérieure rapprochée du col	70,4	65,0	1,7	7,7
	Couche intérieure rapprochée du col	70,1	65,4	1,7	7,9
	Couche extérieure de la partie médiane	70,2	64,1	1,7	8,6
	Couche intérieure de la partie médiane	70,1	64,6	1,7	7,9
	Couche extérieure de l'extrémité	69,2	64,3	1,7	7,9
	Couche intérieure de l'extrémité	70,2	65,0	1,7	8,1
Fémur de vache adulte	Couche extérieure	66,6	»	»	»
	Couche médiane	66,8	»	»	»
	Couche intérieure	64,4	»	»	»

Digitized by Google

L'examen des différentes portions d'un même os a permis de constater que certaines parties de l'os sont spongieuses et d'autres compactes.

Lorsqu'on soumet séparément à l'incinération la partie spongieuse et la partie dense d'un os, on reconnaît que cette dernière partie laisse beaucoup plus de cendres que la première.

Analyse comparative des cendres de la partie dense et de la partie spongieuse du même os.

NOMS DES OS.	NOMS des PARTIES DES OS.	CENDRES.	PHOSPHATE de chaux.	PHOSPHATE de magnésie.	CARBONATE de chaux.
Fémur d'un garçon de 18 mois.	Partie dense . . .	61,0	58,0	0,5	»
	Partie spongieuse.	57,0	»	»	»
Fémur d'un homme de 30 ans.	Partie dense . . .	65,0	57,7	1,3	9,3
	Partie spongieuse.	56,0	52,0	1,3	»
Fémur d'une femme de 88 ans.	Partie dense . . .	60,7	53,8	1,3	9,3
	Partie spongieuse.	55,2	50,3	1,2	7,0
Fémur d'un veau mort-né. . .	Partie dense . . .	60,4	»	»	»
	Partie spongieuse.	57,5	»	»	»

Il est donc certain qu'il existe plus de matière organique dans la partie spongieuse d'un os que dans la partie dense.

On a admis pendant longtemps que l'os d'un enfant était plus cartilagineux que l'os d'un vieillard, et que ce dernier se brisait plus facilement que le premier parce qu'il était plus chargé de substance calcaire. Mais les analyses suivantes prouvent que l'âge ne fait pas varier d'une manière notable la composition des os.

Digitized by Google

Analyse comparative des os provenant d'individus de même espèce, mais d'âges différents.

NOMS DES OS.	CENDRES.	PHOSPHATE de chaux.	PHOSPHATE de magnésie.	CARBONATE de chaux.
Fœtus de 6 mois ; fémur.	63,0	58,9	»	5,8
Fille née viable ; fémur	63,0	58,9	0,5	2,5
Garçon de 18 mois ; fémur.	61,6	58,0	0,5	2,5
Premiers points osseux formés dans la matière cartilagineuse d'un fœtus	60,0	»	»	»
Femme de 22 ans ; fémur.	61,0	59,4	1,3	7,7
Homme de 30 ans ; fémur.	63,2	57,7	1,2	9,3
Homme de 40 ans ; fémur	64,2	56,3	1,3	10,2
Femme de 80 ans ; fémur	64,6	57,1	1,2	7,5
Femme de 88 ans ; fémur	60,7	53,8	1,3	9,3
Femme de 97 ans ; fémur	60,8	51,9	1,3	9,3
Veau de 5 mois ; fémur	65,1	60,4	1,2	8,4
Jeune taureau ; fémur	69,3	60,5	1,9	8,4
Bœuf ; humérus	70,4	64,1	2,1	7,7
Vache adulte ; fémur	66,4	»	»	9,3
Vieille vache ; fémur.	68,3	59,6	3,3	7,9
Agneau ; fémur	67,7	61,3	1,5	8,4
Mouton adulte ; fémur.	70,0	63,8	1,3	7,7

En effet, l'os d'un fœtus laisse par l'incinération la même quantité de cendres qu'un os de femme de quatre-vingt-dix-sept ans, et les premiers points osseux qui apparaissent dans la masse cartilagineuse qui précède, chez le jeune animal, l'os proprement dit, contiennent autant de sels calcaires que l'os appartenant à l'adulte. Si l'os d'un vieillard est plus friable que l'os d'un enfant ou que celui d'un adulte, c'est qu'il est beaucoup plus spongieux ; avec l'âge, l'épaisseur de la partie dense et dure des os va toujours en diminuant, et se trouve remplacée par la matière spongieuse. Les os d'enfant sont en outre plus aqueux que les os de vieillard, et présentent plus d'élasticité. En un mot, les différences de friabilité des os appartenant à des individus d'âges différents ne dépendent pas de la composition chimique qui dans les deux cas est presque identique, mais de la constitution physique et de l'épaisseur de la substance osseuse.

Toutefois la proportion de carbonate de chaux paraît augmenter faiblement avec l'âge. Ainsi l'os d'un jeune veau contient ordinairement 6 pour 100 de carbonate de chaux, tandis qu'on en trouve 9 pour 100 dans l'os d'une vache ou dans celui d'un bœuf.

Digitized by Google

Les os de nouvelle formation et les premiers points osseux développés dans la masse cartilagineuse qui se présente à la suite des fractures d'os laissent par l'incinération la même proportion de cendres que les os fracturés.

Ces cendres ont la même composition que celle des os ordinaires.

La substance qui entoure les points osseux ne contient pas sensiblement de sels calcaires, et elle laisse par l'incinération 2 à 3 centièmes de cendres, qui ne présentent aucune analogie avec les cendres d'os, car elles sont formées presque exclusivement de carbonate de soude. De plus, cette matière diffère complétement de l'osséine, car, en la faisant bouillir dans l'eau, elle donne de la chondrine ; tandis que l'osséine, dans les mêmes circonstances, produit de la gélatine.

Un os ne se forme donc pas, comme on l'a cru longtemps, par incrustation lente et successive des sels calcaires dans la substance cartilagineuse, mais il résulte de l'agglomération de points osseux, qui, pris à l'état rudimentaire, dans le col ou dans la partie cartilagineuse d'un os de fœtus, présentent immédiatement la composition d'un os arrivé à son état complet de développement.

Les os appartenant aux animaux qui diffèrent le plus par leur organisation, présentent à peu près la même composition chimique ; l'os de l'homme se confond presque entièrement par sa composition chimique avec les os de veau, de lion, de chevreau, de lapin, de rhinocéros, d'éléphant, de cachalot, de morse, d'autruche, de tortue, de morue, de barbue, etc.

Ainsi la substance osseuse devant présenter, chez les animaux les plus divers, les mêmes propriétés physiques, la même solidité, possède une composition chimique qui paraît presque invariable.

Le genre de nourriture paraît cependant influer sur la composition des os : les animaux se nourrissant exclusivement de substances végétales ont des os plus riches en sels calcaires que les animaux carnivores.

Les os des oiseaux contiennent en général plus de sels calcaires que les os des mammifères carnivores, et se rapprochent, par leur composition chimique, des os des mammifères herbivores.

Les os des reptiles se confondent, par leur composition, avec les os des mammifères carnivores.

Quant aux os des poissons, ils présentent dans leur composition des différences qui s'accordent d'une manière fort curieuse avec les principes zoologiques qui ont servi à classer ces animaux. Ainsi les poissons osseux ont des os présentant la même composition que ceux des mammifères ; tandis que les os des poissons cartilagineux sont, au contraire, très riches en substances organiques, et ne contiennent qu'une faible proportion de sels calcaires. Un cartilage de lamproie ne contient plus de sels calcaires, aussi ne peut-il plus être assimilé à un os.

Digitized by Google

Analyses comparatives des os d'animaux appartenant aux divers groupes du règne animal.

NOMS DES OS.	CENDRES.	PHOSPHATE de chaux.	PHOSPHATE de magnésie.	CARBONATE de chaux.
Fœtus sexe masculin de 4 mois ; fémur.	61,7	60,2	»	»
Fœtus masculin de 6 mois ; fémur. . .	62,8	60,2	»	»
Fœtus sexe féminin ; fémur.	63,0	»	»	»
Fœtus féminin de 7 mois ; humérus. .	62,8	»	»	»
Fille née viable ; fémur	64,8	60,8	»	»
Garçon de 18 mois ; fémur	64,6	61,5	»	»
Femme de 22 ans ; omoplate	63,3	60,0	»	»
Femme de 22 ans ; crâne	64,1	57,8	1,7	10,9
Femme de 22 ans ; fémur.	64,6	»	»	»
Femme de 22 ans ; humérus.	64,1	»	»	»
Homme ; partie spongieuse du fémur.	61,0	»	»	»
Homme ; partie dense du fémur. . . .	65,0	»	»	»
Homme de 40 ans ; fémur.	64,2	56,9	1,3	10,2
Femme de 80 ans ; fémur.	64,6	60,9	1,2	7,5
Femme de 81 ans ; fémur.	64,5	58,1	1,2	10,0
Femme de 88 ans ; fémur.	64,3	57,4	1,3	9,3
Femme de 88 ans ; partie spongieuse du fémur.	59,7	54,0	1,2	7,0
Femme de 97 ans ; fémur.	64,9	57,0	1,2	9,3
Momie égyptienne (femme) ; fémur. .	65,0	58,7	1,7	5,9
Saki ; fémur	64,0	»	»	»
Kinkajou ; fémur	62,0	»	»	»
Genette.	70,2	»	»	»
Chienne ; fémur.	62,1	59,0	1,2	6,1
Jeune lionne ; fémur.	64,7	60,0	1,5	6,3
Panthère ; fémur	65,6	»	»	»
Morse.	63,1	53,9	1,5	9,3
Lapin ; fémur.	66,3	58,7	1,1	6,3
Cochon d'Inde.	71,8	»	»	»
Éléphant des Indes	66,8	62,2	1,2	5,6
Rhinocéros de Java	65,3	60,0	2,3	5,2
Cheval ; fémur.	70,4	»	»	»
Veau mort-né ; partie spongieuse du fémur.	61,5	60,5	1,2	»
Veau mort-né ; partie dense du fémur.	64,4	59,4	1,7	5,2
Veau de 5 mois ; fémur.	69,1	61,2	1,2	8,4
Vache adulte ; fémur	70,7	»	»	»
Vache ; fémur.	71,5	»	»	»
Vieille vache ; fémur	71,1	»	»	»
Vieille vache ; fémur	71,3	62,5	2,7	7,9
Bœuf ; humérus.	70,4	61,4	1,7	8,6
Bœuf ; humérus.	70,2	62,4	1,7	7,9
Taureau ; fémur.	69,3	59,8	1,5	8,4
Agneau ; fémur.	67,7	60,7	1,5	8,1
Mouton ; fémur.	70,0	62,9	1,3	7,7
Chevreau ; fémur	68,0	58,3	1,2	8,4

Digitized by Google

NOMS DES OS.	CENDRES.	PHOSPHATE de chaux.	PHOSPHATE de magnésie.	CARBONATE de chaux.
Cachalot	62,9	51,9	0,5	10,6
Baleine ; partie spongieuse	57,5	»	»	»
Aigle	70,5	60,6	1,7	8,4
Vautour	66,2	»	»	»
Grand-duc (hibou)	71,3	61,6	1,5	8,8
Autruche ; partie dense	70,0	»	»	»
Autruche ; partie spongieuse	67,0	»	»	»
Outarde	71,1	»	»	»
Poulet	68,2	64,4	1,1	5,6
Dindon	67,7	63,8	1,2	5,6
Perdrix	70,7	65,4	»	»
Héron	70,6	62,5	1,5	10,2
Grive	66,6	63,0	»	»
Oiseau-mouche ; os de la tête	55,0	»	»	»
Oiseau-mouche ; os des membres	59,0	»	»	»
Sarcelle	73,5	68,4	1,3	5,6
Tortue de mer ; carapace	64,3	58,0	1,2	»
Tortue de terre ; carapace	64,0	56,0	1,2	10,7
Crocodile ; os cutané	64,6	58,3	traces	9,7
Crocodile	64,0	58,3	0,5	7,7
Serpent	67,5	»	»	»
Morue	61,3	55,1	1,3	7,0
Morue	61,2	55,0	1,3	6,5
Barbue	60,2	»	»	»
Sole	54,0	»	»	»
Alose	50,0	»	»	»
Carpe	61,4	58,1	1,1	4,7
Brochet	66,9	64,2	1,2	4,7
Anguille	57,0	56,1	traces	2,2
Baudroie ; grosses vertèbres	57,8	»	»	»
Baudroie ; dents	61,0	»	»	»
Tétrodon ; maxillaire avec dents	76,0	»	»	»
Genre diodon ; épine de la peau	68,8	»	»	»
Squale	62,6	»	»	»
Raie ; cartilage	30,0	27,7	traces	4,3
Raie ; boucles	65,3	64,4	traces	1,3
Lamproie ; tête avec dents	2,2	»	»	»

Nous donnons ici la composition de plusieurs espèces d'os :

Digitized by Google

Analyse d'os humains, par M. Valentin.

PRINCIPES CONSTITUANTS.	Substance corticale d'un tibia.	Substance médullaire d'un même os.	Tibia de jeune fille.	Tête du tibia.
Cartilage, vaisseaux, etc.	38,02	41,66	41,18	48,56
Matière inorganique	61,98	58,84	58,82	51,44
Phosphate de chaux basique	52,93	49,02	57,01	41,77
Carbonate de chaux	7,66	7,76	5,04	7,11
Phosphate de magnésie	0,25	1,54	0,87	0,88
Chlorure de sodium	0,91	0,44	0,65	1,67
Carbonate de soude	0,28	0,07	1,43	

Analyse de divers os, par Berzelius.

PRINCIPES CONSTITUANTS.	Os de l'homme.	Émail de l'homme.	Os de bœuf.	Émail de bœuf.
Cartilage	32,17	»	33,30	3,56
Vaisseaux sanguins	1,13	»		
Fluorure de calcium	2,00	3,20	2,50	4,00
Phosphate de chaux	51,04	85,30	55,85	81,00
Carbonate de chaux	11,30	8,00	3,85	7,10
Phosphate de magnésie	1,16	1,50	2,05	3,00
Soude, chlorure de sodium, eau, etc.	1,20	2,00	2,45	1,34
	100,00	100,00	100,00	100,00

Analyse d'os divers, par M. Mérat-Guillot.

NOMS DES OS.	Gélatine.	Phosphate de chaux.	Carbonate de chaux.	Perte et eau.
Os humains dans un cimetière	16,00	67,00	1,50	15,50
Os secs qui n'ont pas été dans la terre	23,00	63,00	2,00	10,00
Os de bœuf	3,00	93,00	2,00	2,00
Os de veau	25,00	64.00	traces	11,00
Os de cheval	9,00	67,50	1,25	22,25
Os de mouton	16,00	70,00	0,50	13,50
Os de cochon	17,00	52,00	1,00	30,00
Os de lièvre	9,00	85,00	1,00	5,00
Os de poulet	6,00	72,00	1,50	20,50
Os de vipère	21,50	60,50	0,50	17,50

Digitized by Google

Composition des os de différents animaux, par M. de Bibra.

PRINCIPES CONSTITUANTS.	Faucon. Fémur.	Coq. Fémur.	Grenouille Fémur.	Couleuvre Vertèbre.	Saumon. Vertèbre.	Brochet. Vertèbre.
Phosphate de chaux et fluorure de calcium. .	61,76	59,82	59,48	59,41	56,64	42,73
Carbonate de chaux. . .	6,66	10,89	2,25	7,82	1,01	9,88
Phosphate de magnésie.	1,00	1,13	0,99	1,00	0,90	0,93
Sels.	0,82	0,97	1,78	0,73	0,83	1,00
Cartilage	28,68	26,17	30,19	24,93	21,80	35,71
Graisse.	1,08	1,02	5,31	6,11	18,82	9,75

Composition du fémur d'un cerf, par M. Marchand.

Substance animale	7,25
Phosphate de chaux	54,15
Carbonate de chaux.	19,26
Sulfate de chaux	12,24
Phosphate de magnésie.	2,12
Fluorure de calcium	2,08
Oxydes de fer et de manganèse, perte	2,90
	100,00

Analyse d'os de porcs, par M. Boussingault.

PRINCIPES CONSTITUANTS.	Porc nouveau-né.	Porc âgé de 8 mois.	Porc âgé de 11 mois.
Chaux unie à de l'acide phosphorique. . .	46,7	49,94	51,1
Chaux unie à l'acide carbonique.	2,6	2,00	1,9
Magnésie	5,2	1,70	1,8
Sels alcalins.	0,4	1,57	0,4
Acide carbonique	0,1	1,13	»
Acide phosphorique.	45,0	43,66	44,8
	100,0	100,00	100,0

Digitized by Google

Os de poissons.

PRINCIPES CONSTITUANTS.	Crâne de morue.	Os de brochet.	Épine dorsale du requin.	Crâne d'une grande raie.
Substance animale.	43,94	37,36	57,07	78,46
Phosphate de chaux	47,96	55,26	32,46	14,20
Sulfate de chaux.	»	»	1,87	0,83
Carbonate de chaux	5,50	6,16	2,57	2,61
Phosphate de magnésie	2,00	»	1,03	»
Sulfate de soude.	»	»	0,80	0,70
Soude et chlorure de sodium.	0,60	1,22	3,00	2,46
Fluorure de calcium, silice, alumine.	»	»	»	»
Fer et perte.	»	»	1,20	»
Fluorure de calcium, phosphate de magnésie et perte	»	»	»	0,74
	100,00	100,00	100,00	100,00
	CHEVREUL.	DUMÉNIL.	MARCHAND.	MARCHAND.

MALADIES DES OS.

Il existe plusieurs maladies qui altèrent les os. Nous citerons principalement :

La *carie*, maladie dans laquelle la partie calcaire des os se détruit sans que l'osséine paraisse subir de décomposition.

L'*exostose*, maladie qui consiste en une formation sur les os de petites tumeurs osseuses.

L'*ostéomalacie* et le *rachitisme* pendant lesquels la partie minérale diminue à tel point, que les os deviennent mous et s'affaissent sous le poids du corps. L'osséine paraît s'altérer pendant le rachitisme, car elle ne donne plus de gélatine sous l'influence de l'eau bouillante.

L'*arthrite*, ou goutte, pendant laquelle il se dépose dans les articulations des concrétions connues sous le nom de *calculs arthritiques*.

Voici la composition des os dans ces diverses maladies :

Digitized by Google

COMPOSITION DES OS PENDANT LA CARIE, PAR M. DE BIBRA.

PRINCIPES CONSTITUANTS.	Tibia pris au point d'amputation	Tibia pris à 2 pouces de l'extrémité de l'articulation.	Fragment de l'articulation. Substance spongieuse.	Portion de l'astragale prise au milieu de la carie.	Portion de l'astragale au lieu de la résection.	Partie spongieuse de l'articulation cariée.	Ostéophytes	Fémur.		Cubitus.
Substances inorganiques. .	61,80	42,10	31,96	18,54	66,53	34,50	53,65	61,83	38,27	50,61
Phosphate de chaux. . . .	51,02	32,74	25,83	12,99	58.34	25,88	45,20	54,03	32,57	44,91
Carbonate de chaux	8,01	7,24	4,45	4,22	6,34	7,01	6,73	5,87	4,28	4,25
Phosphate de magnésie . .	1,87	1,31	0,97	0,82	1,02	0,90	0,92	0,92	0,70	0,73
Sels solubles dans l'eau . .	0,90	0,81	0,71	0,70	0,83	0,71	0,80	0,71	0,72	0,72
Substances organiques. . .	38,20	57,90	68,04	81,27	33,47	65,50	46,35	38,17	61,73	49,39
Cartilages	36,99	33,15	29,04	51,86	32,09	39,64	39,04	33,85	52,38	39,37
Graisse	1,21	24,75	39,00	29,41	1,38	25,86	7,31	4,32	9,35	10,02
Après déduction de la graisse :										
Cartilages	37,44	44,05	47,60	73,46	32,53	53,60	42,11	33,45	57,78	43,75
Sels terreux.	62,56	55,95	52,40	26,54	67,47	46,40	57,89	64,55	42,22	56,25

Digitized by Google

Composition des exostoses (Lassaigne).

	Os sain environnant.	Exostose.
Matière organique.	41,6	46,0
Sels solubles.	8,6	10,0
Carbonate de chaux.	8,2	14,0
Phosphate de chaux.	41,6	30,0
	100,0	100,0

Composition des os dans le rachitisme.

PRINCIPES CONSTITUANTS.	Épine dorsale	Épine dorsale	Côtes.	Crâne.	Radius.	Fémur.	Rotule.
Cartilages	79,75	74,64	49,77	65,85	63,42	69,77	70,60
Phosphate de chaux	13,60	13,25	33,60	26,92	28,11	23,50	23,23
Phosphate de magnésie.	0,82	»	»	0,98	1,07	0,97	0,94
Carbonate de chaux	1,13	5,95	4,60	5,40	6,35	5,07	5,03
Sulfates de chaux et de soude .	4,60	0,90	0,40	»	»	»	»
Matière grasse	»	5,26	»	11,63	»	»	»
Soude, fer, manganèse.	»	»	»	0,85	1,05	0,69	0,64

Os d'un enfant rachitique (Marchand).

PRINCIPES CONSTITUANTS.	Vertèbres.	Radius.	Fémur.	Sternum.
Cartilages	75,22	71,26	72,20	61,20
Graisse.	6,12	7,50	7,20	9,34
Phosphate de chaux	12,56	15,11	14,78	21,35
Phosphate de magnésie.	0,92	0,78	0,80	0,72
Carbonate de chaux	3,20	3,15	3,00	3,70
Sulfate de chaux. . . . . / Sulfate de soude.	0,98	1,00	1,02	1,68
Fluorure de calcium. . . . . / Sel marin, fer, perte.	1,00	1,20	1,00	2,01
	100,00	100,00	100,00	100,00

Os d'un rachitique (Bostock).

	Vertèbres.		Côtes.
Cartilages.	79,75	73,64	59,77
Phosphate de chaux.	13,60	13,25	33,60
Phosphate de magnésie	0.83	»	»
Carbonate de chaux.	1,13	5,95	4,60
Sulfates de chaux et de soude. .	4,70	0,90	0,40
Graisse	»	5,26	1,73
	100,00	100,00	100,00

Digitized by Google

Composition d'os d'individus arthritiques (Sébastien).

PRINCIPES CONSTITUANTS.	Os de la cuisse.	Os de l'avant-bras.
Substance animale	46,32	45,96
Phosphate de chaux	42,12	43,18
Carbonate de chaux	8,24	8,50
Phosphate de magnésie	1,01	0,99
Fluorure de calcium, soude, sel marin, perte	2,31	1,37

OS FOSSILES.

Le tissu organique d'un os, exposé à l'air, disparaît peu à peu, et il ne reste plus, au bout d'un certain temps, que la substance calcaire. Cette décomposition s'opère encore lorsque l'os est placé dans la terre, mais elle est si lente, qu'on retrouve souvent des matières organiques dans les os restés enfouis plusieurs siècles dans le sol.

Ces os, auxquels on donne, dans ce dernier cas, le nom d'os fossiles, ont été analysés par quelques chimistes, principalement par MM. Girardin et Pressier. Voici quelques-uns des résultats obtenus.

Analyse d'os fossiles des sables marins tertiaires, par Marcel de Serres.

Eau	7,0
Matière organique	traces
Phosphate de chaux mêlé d'oxyde de fer	78,5
Carbonate de chaux	14,0
Carbonate de manganèse et fluorure de calcium	0,5
	100,0

Analyse d'os fossiles de la caverne de Lunel-Viel, par Marcel de Serres.

Eau	8,8
Matière organique et fluorure de calcium	traces
Phosphate de chaux	74,0
Carbonate de chaux	10,5
Silice et oxyde de fer	4,1
Perte	2,6
	100,0

Digitized by Google

Analyse d'os fossiles, par MM. Girardin et Pressier.

PRINCIPES CONSTITUANTS.	Plesiosaurus de l'argile de Dives.	Pœkilopleuron Bucklandii de Caen. Tissu spongieux.	Pœkilopleuron tissu compacte.	Ours fossile de Miallet.
Eau	2,20	»	»	1,30
Matière organique	4,80	1,25	1,30	7,17
Phosphate de chaux	54,20	74,80	71,12	75,45
Phosphate de magnésie	4,61	»	»	2,81
Phosphate de fer	6,40	1,21	0,12	»
Carbonate de chaux	10,17	20,43	25,31	12,18
Fluorure de calcium	2,11	1,50	0,86	1,09
Silice	9,21	0,81	1,29	»
Alumine	6,30	»	»	»
	100,00	100,00	100,00	100,00

Analyse d'un os d'élan gigantesque d'Irlande, par Apjohn Stokes.

Cartilages	48,87
Phosphate de magnésie avec fluorure de calcium	43,45
Carbonate de chaux	9,14
Peroxyde de fer	1,02
Silice	1,14
	103,62

Analyse d'os fossiles.

PRINCIPES CONSTITUANTS.	Fossile de Garloureuth.		Fossile de Montmartre.
Substance animale	4,20	16,24	»
Phosphate de chaux	62,11	56,01	65,00
Carbonate de chaux	13,24	13,12	7,00
Sulfate de chaux	12,25	7,14	28,00
Fluorure de calcium	2,12	1,96	»
Phosphate de magnésie	0,50	0,30	»
Acide silicique	2,12	2,15	»
Oxydes de fer et de manganèse	2,12	2,00	»
Eau et traces de matière animale	»	»	10,00
Soude, perte	1,34	1,08	»
	100,00	100,00	
	MARCHAND.		VAUQUELIN.

Digitized by Google

Analyse d'os fossiles, par MM. Girardin et Pressier.

PRINCIPES CONSTITUANTS.	Ichthyosaure de l'argile de Dives.	Ichthyosaure de la craie chloritée.	Ichthyosaure de la craie jurassique.	Lamentin du terrain tertiaire de Valognes.
Eau	quantité insensible	quantité insensible	0,60	»
Matière organique	1,34	8,19	7,07	»
Sous-phosphate de chaux	46,00	76,00	70,11	76,40
Phosphate de magnésie	1,00	1,08	1,45	»
Carbonate de chaux	31,09	10,00	17,12	0,97
Phosphates de fer et de manganèse	16,34 de fer seul	0,70	»	5,71
Fluorure de calcium	1,02	1,02	1,65	9,12
Silice	3,21 avec alumine	3,01	2,00	7,80
	100,00	100,00	100,00	100,00

Analyse d'os fossiles.

PRINCIPES CONSTITUANTS.	Fossiles de Chavaignes.	Tibia d'hippopotame.	Os de rhinocéros.	Côte d'un poisson fossile trouvé à Lyme.
Eau	»	2,0	10,0	8,0
Matière animale	»	5,0	2,0	3,0
Sulfate de chaux mêlé de matière animale	1,5	»	»	»
Phosphate de chaux	»	50,0	60,0	50,0
Phosphate de fer	67,5	»	»	»
Alumine	1,0	10,0	»	15,0
Carbonate de chaux	4,5	5,0	28,0	19,0
Fluorure de calcium	15,5	»	»	»
Matière terreuse étrangère	»	»	»	»
Oxyde de fer	»	4,0	»	»
Silice	»	24,0	»	5,0
	90,0	100,0	100,0	100,0
	M. Chevreul.			Brandes.

Digitized by Google

Fossiles de la caverne d'Argou, près de Vingran (Pyrénées-Orientales).

Eau	10
Matière organique	2
Phosphate de chaux	64
Carbonate de chaux	20
Phosphate de magnésie, silice, alumine, oxydes de fer et de manganèse	4
	100

(M. DE SERRES.)

Analyses de divers os fossiles (Fremy).

NOMS DES OS.	Cendres.	Phosphate de chaux.	Phosphate de magnésie.	Carbonate de chaux.	Matières siliceuses et fluorure de calcium.	Matière organique.
Bœuf fossile des cavernes d'Oreston ; métatarsien, partie extérieure ayant l'aspect du bois	80,4	71,1	1,5	11,8	»	10,3
Bœuf fossile des cavernes d'Oreston ; métatarsien, partie intérieure devenue très friable	80,6	71,5	1,7	11,3	»	11,0
Bœuf fossile des cavernes d'Oreston ; métatarsien, partie spongieuse	84,2	63,3	1,2	5,2	17,2	8,0
Rhinocéros fossile de Sansan (Gers) ; vertèbres	83,4	59,0	»	41,3	2,6	traces
Rhinocéros fossile de Sansan (Gers) ; côtes	83,1	66,8	»	27,5	1,4	traces
Hyène fossile (cavernes de Kirkdale) ; os long	75,5	72,0	1,3	4,7	»	20,0
Rhinocéros fossile ; vertèbres dorsales	69,5	25,7	0,4	57,5	8,5	»
Rhinocéros fossile ; humérus	73,0	32,4	0,4	64,0	6,2	»
Rhinocéros fossile ; dents	90,4	65,2	0,7	13,8	14,5	»
Mastodonte fossile ; défense	90,4	56,5	0,7	13,1	24,3	»
Ours fossile ; partie dense de l'os	83,9	59,7	0,4	23,6	9,8	»
Ours fossile ; partie spongieuse	76,7	23,1	1,2	67,5	14,0	»
Tatou fossile ; écailles	80,7	55,0	0,4	23,8	12,4	»
Anoplothérium fossile ; vertèbres caudales	84,0	53,1	0,4	20,4	19,4	»
Tortue fossile ; vertèbres	87,0	61,1	0,7	10,6	18,6	»

Ces analyses conduisent aux conclusions suivantes :

1° Dans un os fossile, l'osséine est plus ou moins détruite et remplacée alors par différentes matières minérales.

2° La proportion de substance organique qui reste dans un os fossile est très variable ; certains os en contiennent à peine quelques traces ; d'autres en renferment jusqu'à 20 pour 100. Cette osséine des os fossiles présente toutes les propriétés de l'osséine que l'on retire des os ordinaires ; elle se transforme en gélatine sous l'influence de l'eau bouillante.

Digitized by Google

3° Les substances minérales qui incrustent les os fossiles sont principalement la silice, le sulfate de chaux, le fluorure de calcium et surtout le carbonate de chaux ; la proportion de ce dernier sel peut s'élever quelquefois dans un os fossile, jusqu'à 67 pour 100. La silice qui incruste un os fossile est à l'état de quartz, c'est-à-dire sous la modification insoluble dans les acides et les alcalis étendus.

4° L'incrustation minérale s'est faite en général d'une manière plus complète dans les os spongieux que dans les os denses.

5° L'analyse d'un os fossile peut faire connaître la nature du terrain dans lequel il a été déposé ; dans un terrain crétacé, l'os fossile est toujours incrusté de carbonate de chaux ; on trouve au contraire en abondance de la silice dans un os fossile qui sort d'un terrain riche en matière siliceuse.

6° Il ne paraît pas possible de déterminer, même approximativement, l'âge d'un os fossile en appréciant la quantité d'osséine qu'il retient, car la proportion de cette substance, qui reste dans l'os, dépend principalement du degré de porosité de la substance osseuse. On a trouvé, en effet, dans le même os fossile, des proportions variables de matière organique, en soumettant à des analyses comparatives la partie dense et la partie spongieuse d'un os.

7° On retrouve à peu de chose près dans quelques os fossiles la quantité de phosphate de chaux tribasique qui existe dans l'os ordinaire ; dans d'autres os fossiles, au contraire, la proportion de phosphate de chaux diminue considérablement et tombe à 25 pour 100.

8° La proportion de phosphate de magnésie n'éprouve pas de variation bien sensible ; elle diminue cependant lorsque le phosphate de chaux est remplacé par du carbonate de chaux ou des substances siliceuses.

Nous donnons ici l'analyse de plusieurs os Gallo-romains ou Celtiques. On voit que dans ces os l'incrustation des matières minérales a déjà commencé.

Analyse de divers os, par MM. Girardin et Pressier.

	Vertèbre d'enfant gallo-romain.	Squelette celtique.	Squelette romain.
Silice.	»	»	1,90
Matière organique . . .	»	3,8	0,81
Sous-phosph. de chaux.	78,29	80,2	76,38
Carbonate de chaux . .	10,49	13,2	10,13
Phosphate de magnésie.	7,91	1,3	8,20
Phosphate de fer. . . .	»	1,5	2,58
Carbonate de cuivre . .	3,31	»	»
	100,00	100,0	100,00

Digitized by Google

MÉTHODE D'ANALYSE DES OS.

La détermination exacte des éléments contenus dans les os offre une importance incontestable, et permet de résoudre certaines questions physiologiques. Nous ferons donc connaître une des méthodes employées pour doser ces éléments. (Fremy.)

Dosage de l'osséine.

Pour déterminer la proportion d'osséine contenue dans un os, il faut réduire les os en lames minces, au moyen d'une scie, et les traiter ensuite à froid par une liqueur acide contenant environ un dixième de son volume d'acide chlorhydrique concentré.

Lorsqu'il ne se dégage plus d'acide carbonique, ce qui a lieu ordinairement au bout de trente-six heures, on lave l'osséine avec de l'eau froide et on la dessèche à 130°.

Dosage de la chaux.

On dose la chaux en dissolvant 300 ou 400 milligrammes d'os dans l'acide chlorhydrique bouillant et étendu de la moitié de son volume d'eau. La dissolution se fait en quelques minutes ; la liqueur est en général limpide, ou du moins elle ne retient en suspension que des traces de matières grasse et albumineuses qui ne nuisent pas à l'opération.

La liqueur est saturée par l'ammoniaque, jusqu'au point où le phosphate de chaux commence à se précipiter, et en ayant surtout le soin d'éviter l'élévation de température résultant de la combinaison de l'ammoniaque avec l'acide chlorhydrique en excès qui se trouve dans la liqueur: dans ce but, on entoure d'eau froide le ballon de verre dans lequel se fait la réaction ; sans cette précaution, le phosphate de chaux deviendrait insoluble dans l'acide acétique.

Lorsque l'acide chlorhydrique a été saturé par l'ammoniaque, et que le phosphate de chaux commence à se déposer, la liqueur est additionnée d'acide acétique, la chaux est précipitée par l'oxalate d'ammoniaque, et dosée ensuite à l'état de sulfate de chaux.

Dosage de l'acide phosphorique.

Quand la liqueur obtenue en faisant dissoudre la substance osseuse dans l'acide chlorhydrique a été débarrassée de la chaux par la méthode décrite précédemment, on la rend alcaline par l'addition de quelques gouttes d'ammoniaque, puis on y verse une dissolution de sulfate de ma-

Digitized by Google

gnésie contenant du sel ammoniac et ne précipitant plus par l'ammoniaque. Il se produit immédiatement un précipité de phosphate ammoniaco-magnésien; la liqueur est conservée plusieurs heures avant d'être filtrée, parce que la précipitation du phosphate ammoniaco-magnésien n'est complète qu'au bout d'un certain temps. Le sel est alors jeté sur un filtre, lavé à l'eau ammoniacale et calciné en prenant les précautions ordinaires, c'est-à-dire en chauffant la plus grande quantité du phosphate dans l'intérieur du creuset, et le filtre dans le couvercle du creuset. Le poids du phosphate de magnésie fait connaître la quantité d'acide phosphorique contenue dans la substance osseuse.

Ce mode de dosage présente pour les analyses d'os une exactitude suffisante.

Dosage de la magnésie.

On traite une nouvelle portion d'os par l'acide chlorhydrique étendu d'eau; la chaux est séparée au moyen de l'oxalate d'ammoniaque; la liqueur, rendue légèrement ammoniacale, est soumise à l'agitation et conservée pendant plusieurs heures à une température modérée : il se forme alors un précipité de phosphate ammoniaco-magnésien, dont le poids permet de déterminer la proportion de magnésie contenue dans l'os.

Dosage de l'ammoniaque.

Quand on soumet de la poudre d'os à l'action d'une dissolution étendue et froide de potasse, ou mieux à celle d'un lait de chaux, il se dégage de l'ammoniaque.

Cette production d'ammoniaque ne peut pas être attribuée à la décomposition de l'osséine par les alcalis, car l'osséine pure, traitée par la même dissolution alcaline, ne dégage pas d'ammoniaque.

Il est probable alors que l'ammoniaque existe dans les os à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien. Du reste, la présence de ce sel dans la substance osseuse ne doit pas étonner, car on sait qu'il accompagne dans presque toutes les circonstances le phosphate de chaux et le phosphate de magnésie.

La quantité d'ammoniaque qui existe dans les os se détermine en traitant d'abord 10 à 15 grammes d'os par l'acide chlorhydrique très faible; la liqueur acide est décantée, puis soumise à l'action d'un excès de soude; l'expérience se fait dans un ballon qui communique avec un appareil de Liebig contenant de l'acide chlorhydrique; le chlorhydrate d'ammoniaque ainsi formé est dosé par la méthode ordinaire, au moyen du chlorure de platine ammoniacal.

Digitized by Google

Dosage de l'acide carbonique.

La proportion d'acide carbonique contenue dans la substance osseuse est déterminée en dissolvant 3 à 4 grammes d'os dans une liqueur acide, et en appréciant, au moyen de la balance, l'acide carbonique sec qui se dégage pendant cette dissolution. L'appareil servant à ce dosage se compose d'un petit flacon dans lequel, à un moment donné, l'acide peut réagir sur l'os ; le gaz acide carbonique passe à travers un petit tube contenant du chlorure de calcium ou de la ponce sulfurique ; lorsque l'expérience est terminée, on peut, au moyen d'une aspiration, remplacer l'acide carbonique qui se trouve dans l'intérieur de l'appareil par de l'air sec. Ce petit appareil peut être placé facilement sur le plateau d'une balance ; son poids ne dépasse pas 60 ou 70 grammes. La perte de poids qu'il éprouve pendant la dissolution de l'os dans l'acide représente exactement l'acide carbonique qui s'est dégagé ; le poids de cet acide fait connaître celui du carbonate de chaux.

Le dosage du fluorure de calcium et de la petite quantité de sels solubles que renferment les os offre peu d'intérêt au point de vue physiologique ; d'ailleurs, quelques-uns de ces éléments s'y trouvent en proportion tellement faible, que leur dosage devient difficile.

CONCRÉTIONS ARTHRITIQUES.

Il se forme parfois dans les articulations des goutteux des concrétions dures et blanches que l'on désigne sous le nom de *concrétions arthritiques*. Plusieurs de ces concrétions ont été analysées ; voici leur composition :

Eau	8,3	10,3
Chlorure de potassium	»	2,2
Matière animale	16,7	19,5
Acide urique	16,7	20,0
Soude	16,7	20,0
Chaux	8,3	10,0
Chlorure de sodium	16,7	18,0
Perte	16,6	»
	100,0	100,0
	(M. Laugier.)	(M. Wurtzer.)

Digitized by Google

DENTS.

Les dents se composent de deux parties distinctes : la *couronne* et la *racine*. Elles renferment trois substances différentes : l'*émail*, l'*ivoire* et le *cément*.

L'*émail* est la matière compacte, dure et blanche, qui existe tantôt à l'intérieur, tantôt à la surface des dents, et que l'on parvient à détacher en chauffant la dent à 120°. Il est formé de fibres prismatiques très nombreuses au sommet de la couronne, et dont la quantité décroît jusqu'à la racine, où commence une lamelle (*cément*) dont la nature se rapproche de celle des os.

Quand on traite l'émail d'une dent par l'acide chlorhydrique, plusieurs sels minéraux se dissolvent, et l'on obtient une matière organique différente de l'osséine ; en effet, cette matière ne se transforme pas en gélatine par l'action de l'eau bouillante.

L'*ivoire* forme l'intérieur de la couronne et de la racine ; sa structure est analogue à celle de l'os : il est creux, et reçoit dans l'espèce de canal intérieur, qui le parcourt longitudinalement, les vaisseaux par lesquels arrivent les sucs nourriciers. Les acides dissolvent les sels calcaires de l'ivoire, et laissent pour résidu une substance qui peut se convertir en gélatine.

Le *cément* est la matière qui recouvre la dent à partir de la couronne ; sa composition est la même que celle des os.

Voici la composition chimique des dents :

Dents de l'homme, par M. Pepys.

Cartilages	28	20	20
Phosphate de chaux	58	64	62
Carbonate de chaux	4	6	6
Perte	10	10	12
	100	100	100

Dents de l'homme, par Berzelius.

Cartilages et vaisseaux	»	28,0
Phosphate de chaux et fluorure de calcium	88,5	64,4
Carbonate de chaux	8,0	5,3
Phosphate de magnésie	1,5	1,0
Soude, chlorure de sodium	»	1,4
Alcali, eau, matière animale	2,0	»
	100,0	100,0

Digitized by Google

Composition des dents de l'homme et des animaux.

ORIGINE DES DENTS.	MATIÈRE organique.	PHOSPHATE de chaux.	CARBONATE de chaux.
Dents d'un enfant d'un jour	35,00	51,00	14,00
Dents d'un enfant de six ans	28,57	60,01	11,42
Dents d'un homme adulte	29,00	61,00	10,00
Dents d'un vieillard de quatre-vingt-un ans.	33,00	66,00	1,00
Dents d'une momie d'Égypte	29,00	55,50	15,50
Dents de devant d'un lapin	31,20	59,50	9,30
Molaires d'un lapin	28,50	63,70	7,80
Molaires d'un sanglier	29,40	63,00	6,80
Défenses d'un sanglier	26,80	69,00	4,20
Défenses d'hippopotame	25,10	72,00	2,90
Molaires d'un cheval	29,10	62,00	0,90
Dents de devant d'un cheval	31,80	58,30	10,00
Dents de devant d'un bœuf	28,60	64,00	8,00
Dents d'oryctérope	27,30	65,90	6,80
Dents de gavial	30,30	61,60	8,10
Dents de couleuvre à collier	30,00	76,30	3,70
Crochets à venin de la vipère	21,00	73,80	5,20
Dents de carpe	35,00	49,00	16,00
Dents de requin	33,50	52,60	13,80

(M. LASSAIGNE.)

Émail des dents d'hippopotame.

Matière organique insoluble dans l'acide chlorhydrique.	3,0
Phosphate de chaux	86,6
Carbonate de chaux	3,4
Magnésie	traces
Matière organique soluble dans l'acide chlorhydrique, sels alcalins, fluorure de calcium, etc.	7,0
	100,0

Ivoire des dents d'hippopotame.

Chaux	35,3
Magnésie	2,9
Acide phosphorique	28,3
Acide carbonique	2,8

(FREMY.)

Digitized by Google

Analyses diverses de dents (partie inorganique).

NOMS DES PARTIES DE LA DENT.	Cendres.	Phosphate de chaux.	Phosphate de magnésie.	Carbonate de chaux.
Dent d'un bœuf ; cément.	67,1	60,7	1,2	2,9
Dent d'un bœuf ; émail.	96,9	90,5	traces	2,2
Dent d'un bœuf ; ivoire	74,8	70,3	4,3	2,2

(FREMY.)

Ces dernières analyses conduisent aux conséquences suivantes :

L'émail des dents s'éloigne entièrement de la substance osseuse par sa composition chimique. Il ne contient pas plus de 2 à 3 pour 100 de substance organique, et 3 à 4 centièmes de carbonate de chaux : il est donc presque exclusivement formé de phosphate de chaux, dont la proportion peut aller jusqu'à 90 pour 100.

L'ivoire paraît avoir à peu près la composition des os ; toutefois, dans cette substance, les proportions des phosphates de chaux et de magnésie sont souvent plus fortes que dans les os proprement dits.

Le cément est identique, quant à sa composition, avec la substance osseuse.

Nous donnons ici la composition de quelques dents fossiles :

Dents fossiles d'ours.

Alumine.	»	10,0
Oxydes de fer et de manganèse.	»	3,0
Phosphate de chaux.	70,0	37,0
Phosphate de magnésie et fluorure de calcium.	»	15,0
Silice	»	35,0
Cartilage.	14,0	»
Carbonate de chaux	16,0	»
	100,0	100,0

(LASSAIGNE.)

Digitized by Google

Défense d'éléphant fossile.

Phosphate de chaux	75,91
Phosphate de magnésie	3,05
Carbonate de chaux	18,40
Fluorure de calcium	2,64
	100,00

(MM. GIRARDIN et PRESSIER.)

Dents fossiles de rhinocéros.

Phosphate de chaux	70,0	50,0
Carbonate de chaux	6,0	19,0
Substance terreuse	20,0	»
Silice	»	5,0
Alumine	»	15,0
Matière animale	4,0	3,0
Eau		8,0

(BRANDES.)

BOIS DES RUMINANTS.

Le bois des animaux présente la plus grande analogie par sa composition avec la partie spongieuse d'un os. Les substances organiques et inorganiques sont les mêmes dans les deux cas et se trouvent à peu près associées dans les mêmes proportions.

Les bois des animaux diffèrent donc complétement des cornes que l'on trouve chez les animaux ruminants.

Voici les quantités de cendres que laissent à l'incinération les bois de différents animaux :

Renne adulte	67,5 pour 100.
Renne (jeune bois)	47,2
Daim adulte	57,4
Biche de France	66,8
Cerf (jeune bois)	46,1
Cerf de France, 5 ans	61,9
Cerf de France, 7 ans	62,6

La partie minérale est donc plus abondante dans les bois anciens que dans les jeunes bois.

Les substances inorganiques qui existent dans les bois d'animaux sont,

Digitized by Google

comme pour les os, le phosphate de chaux, le phosphate de magnésie et le carbonate de chaux.

Les analyses suivantes démontrent que les sels contenus dans les bois d'animaux sont à peu près dans les mêmes proportions que dans les os.

NOMS DES BOIS.	Phosphate de chaux.	Phosphate de magnésie.	Carbonate de chaux.	Cendres.
Bois de cerf de France de 5 ans	58,1	traces	38	61,9
Bois de cerf commun de 7 ans.	58,8	traces	6,1	62,6

SQUELETTE TÉGUMENTAIRE DES INSECTES ET DES CRUSTACÉS.

L'enveloppe extérieure des insectes et des crustacés se compose, comme les os, d'une matière organique et de sels calcaires.

La matière organique a reçu le nom de *chitine ;* ses propriétés ont déjà été décrites.

Les sels calcaires sont le carbonate et le phosphate de chaux.

Ces deux sels se trouvent irrégulièrement déposés sur l'épiderme tégumentaire, car leur proportion varie entre 37 et 47 pour 100.

Les *tests de langoustes* sont formés de :

Phosphate de chaux	6,7
Carbonate de chaux.	49,0
Matière organique.	44,3
	100,0

On trouve dans les *tests d'écrevisses :*

Phosphate de chaux.	6,7
Carbonate de chaux	56,8
Matière organique.	36,5
	100,0

(FREMY.)

Les *tests de homards* et de *crabes* présentent la composition suivante :

Digitized by Google

	Homards.	Crabes.
Phosphate de chaux	3,32	6,0
Phosphate de magnésie	1,26	1,0
Carbonate de chaux	47,26	62,8
Matière organique	44,76	28,6
Sels de soude	1,50	1,6

(M. CHEVREUL.)

MATIÈRE COLORANTE DES TESTS DE CRUSTACÉS.

Les tests de crustacés sont colorés par une matière extrêmement altérable que l'on est parvenu à isoler dans ces derniers temps. Cette substance existe également dans les œufs de homard, auxquels elle communique une teinte verdâtre.

La matière colorante des tests de crustacés est verte, résineuse et incristallisable; elle se modifie très facilement et devient d'un beau rouge. Cette transformation s'opère par la dessiccation même à la température ordinaire.

Les sels qui ont de l'affinité pour l'eau peuvent convertir la matière colorante verte des crustacés en substance rouge. Les sels qui ne se combinent pas avec l'eau n'exercent aucune action sur cette matière colorante.

La teinte rouge se manifeste rapidement dans le vide. Le frottement, l'alcool, l'éther, les acides, la font immédiatement apparaître. Il n'existe pas, comme on le voit, dans l'organisation végétale ou animale, de substance colorante comparable à celle des tests de crustacés, et se modifiant avec autant de facilité par l'action des agents chimiques. L'eau est le seul dissolvant qui ne lui fait subir aucune altération.

Le changement de couleur par le frottement explique pourquoi les anatomistes qui ont recherché la cause de la coloration des écrevisses par la cuisson ont toujours vu de la matière rouge sous la couche mince qu'ils enlevaient pour observer le test au microscope. Le frottement du scalpel sur les utricules faisait rougir la substance verte.

De même lorsque, pour obtenir la matière colorante des tests de crustacés, on appliquait les méthodes ordinaires, telles que l'action de la chaleur, celle des dissolvants neutres, la dessiccation, etc., à l'extraction de cette substance, on ne l'isolait que sous la modification rouge. Les propriétés de la matière verte ne pouvaient donc pas être étudiées, puisque les réactifs ne permettaient de l'obtenir que modifiée.

Lorsque l'identité de la matière colorante des tests de crustacés et de celle des œufs de homard fut constatée, on put se procurer facilement cette substance en écrasant les œufs de homard, filtrant la matière albu-

Digitized by Google

mineuse qui en sort, et l'étendant d'une certaine quantité d'eau : la matière colorante se précipite en conservant la teinte verte qu'elle présente dans les œufs. (MM. VALENCIENNES et FREMY.)

ÉCAILLES, COQUILLES ET PRODUCTIONS CALCAIRES DES MOLLUSQUES ET DES ZOOPHYTES.

Les écailles d'*huître* sont formées de :

Phosphate de chaux	1,2
Carbonate de chaux	98,6
Matière organique	0,5

(BUCHOLZ et BRANDES.)

Les *moules* et les *perles* se composent de carbonate et de phosphate de chaux, que réunit un tissu membraneux.

Composition de la nacre de perle.

Matière organique	2,5
Carbonate de chaux	66,0
Eau et perte	31,5
	100,0

(M. MÉRAT-GUILLOT.)

La plupart des coquilles ont été analysées dans ces derniers temps. Il résulte de ces analyses que si l'on en excepte 1 ou 2 centièmes de phosphate de chaux, les coquilles sont formées presque exclusivement de carbonate calcaire.

L'étude de la partie organique des coquilles présente de l'intérêt : la matière qui les colore est azotée ; elle se détruit immédiatement par l'action des acides les plus faibles ou sous l'influence d'une température peu élevée; elle est identique avec la substance rouge qui colore le corail.

Certaines espèces de coquilles contiennent une substance organique particulière, qui a reçu le nom de *conchioline*. Les propriétés de cette matière ont déjà été étudiées.

Lorsque les coquilles passent à l'état fossile, elles subissent sans doute une espèce d'incrustation des matières étrangères extérieures, analogue à celle qu'éprouvent les os dans les mêmes circonstances : on trouve en effet, dans les coquilles fossiles, de l'oxyde de fer et du sulfate de chaux ; la matière organique disparaît peu à peu.

Digitized by Google

Analyse comparée de coquilles modernes et de coquilles fossiles, par MM. Marcel de Serres et Figuier.

	Huîtres vivantes.	Huîtres pétrifiées.	Huître pétrifiée.	Pectens glaber vivant.	Pectens glaber pétrifié.	Pectens glaber pétrifié.	Vénus vivante.	Vénus pétrifiée.
Matières animales	3,9	1,0	0,8	3,0	0,9	0,7	3,0	1,0
Carbonate de chaux . . .	93,9	96,8	96,5	96,0	97,3	96,7	96,6	97,9
Carbonate de magnésie. .	0,3	0,1	1,4	traces	0,8	0,4	traces	traces
Oxyde de fer.	traces	»	0,8		0,5	1,4		0,5
Sulfate de chaux.	1,4	0,7	0,5	0,7	0,5	0,8	0,3	0,6
Phosphate de chaux. . .	0,5	1,4	»	0,3	»	»	0,1	»
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

L'*os de sèche* renferme beaucoup de chitine ; la partie minérale de cette espèce de bouclier est formée en grande partie de carbonate de chaux.

Voici la composition de l'os de sèche :

Matière animale	11
Carbonate de chaux avec trace de phosphate de chaux. .	85
Eau et très petite quantité de magnésie	4
	100

(JOHN.)

La *plume de calmar* contient de la chitine. La même substance se retrouve encore dans les *vélelles* des côtes de Bretagne.

Les axes calcaires des pennatules présentent la composition suivante :

Phosphate de chaux	23,70	16,00
Carbonate de chaux	44,26	53,57
Matière organique soluble dans les acides	15,64	19,33
Matière organique insoluble dans les acides	16,40	11,10
	100,00	100,00

(FREMY.)

Digitized by Google

Ils laissent à l'incinération des quantités variables de cendres :

Pennatula spinosa	40,0 pour 100
Pennatula grisea	31,2
Pennatula phosphorea	45,2
Autre espèce de Pennatula phosphorea	48,0

Les analyses précédentes démontrent que ces axes calcaires offrent une certaine analogie avec la substance osseuse, puisqu'ils contiennent comme elle une partie organique et une partie calcaire composée de phosphate et de carbonate de chaux ; mais on voit que d'une part le carbonate de chaux s'y trouve en quantité beaucoup plus forte que dans les os, et d'une autre part que la substance organique n'est pas formée d'osséine, puisqu'elle renferme une matière qui est insoluble dans les acides.

La petite quantité de phosphate de chaux contenue dans ces axes établit également une différence bien tranchée entre les os des vertébrés et les productions calcaires des zoophytes.

La plupart des madrépores sont très riches en carbonate de chaux.

Le *corail rouge* contient des carbonates de chaux et de magnésie agglomérés par 1 centième environ de matière animale et colorés en rouge par une substance peu connue.

Composition du corail rouge.

Carbonates calcaires	53,50
Matière organique	0,50
Eau et perte	46,00
	100,00

(MÉRAT-GUILLOT.)

Composition du corail blanc.

Carbonate de chaux	50,00
Matière organique	1,50
Eau et perte	48,50
	100,00

(MÉRAT-GUILLOT.)

Coralline articulée.

Carbonate de chaux	49,00
Matière organique	7,50
Eau et perte	43,50
	100,00

(MÉRAT-GUILLOT.)

Digitized by Google

Le corail s'éloigne donc complétement des os par sa composition.

On a trouvé dans certains madrépores une matière colorante rouge qui devient violette sous l'influence des alcalis. (Vauquelin.)

ORGANES DES ANIMAUX.

ŒIL.

Sclérotique. — Cette membrane, qui enveloppe le plus grand globe de l'œil, est formée d'un tissu qui se convertit en gélatine sous l'influence de l'eau bouillante, ne laissant qu'un faible résidu composé de vaisseaux. L'acide chlorhydrique bouillant la contracte, puis la dissout rapidement. L'acide acétique la transforme en une gelée soluble dans l'eau. Le cyanoferrure de potassium et la potasse ne produisent aucun trouble dans la dissolution de cette gelée.

Voici la composition en centièmes de la sclérotique :

Carbone	50,995
Hydrogène	7,075
Azote	18,723
Oxygène	23,207
	100,000

(M. Scherer.)

Cornée. — La cornée est composée de tissus qui donnent de la gélatine sous l'influence de l'eau bouillante. Elle se dissout dans l'acide chlorhydrique

L'acide acétique contracte d'abord la cornée, puis il la dissout entièrement ; la dissolution est précipitée par la potasse et le cyanoferrure de potassium : ce caractère permet de distinguer facilement la cornée de la sclérotique.

Choroïde. — La choroïde est un tissu noir qui donne de la gélatine par la coction avec l'eau.

Rétine. — Cette matière est molle et demi-transparente : sa composition se rapproche de celle du cerveau. Les physiologistes la considèrent comme une expansion du nerf optique.

Digitized by Google

La rétine renferme :

Eau	92,90
Matière grasse saponifiable et matière grasse phosphorée.	0,85
Albumine	6,25
	100,00

(M. LASSAIGNE.)

Pigment noir de l'œil. — Le pigment noir de l'œil est insoluble dans l'eau, l'alcool, l'acide azotique, l'acide chlorhydrique et l'acide acétique concentrés. Il se dissout à l'ébullition dans la potasse caustique. Quand on le chauffe au contact de l'air, il brûle en répandant une odeur désagréable, et laisse un faible résidu de cendres contenant du fer.

La matière organique qui forme le pigment noir de l'œil présente la composition suivante :

Carbone	58,273	58,672	57,908
Hydrogène	5,973	5,962	5,817
Azote	13,768	13,768	13,768
Oxygène	21,986	21,598	22,507
	100,000	100,000	100,000

(M. SCHERER.)

Cristallin. — On donne le nom de *cristallin* au corps de forme lenticulaire qui se trouve derrière la pupille.

Le cristallin est entouré d'une membrane dont les cellules renferment une liqueur incolore et diaphane qui contient une matière albumineuse peu connue. Lorsqu'on traite le cristallin par l'acide azotique bouillant, il devient blanc à l'extérieur et jaune à l'intérieur ; on peut alors le séparer en fils déliés ayant l'aspect de la soie écrue.

Dans quelques circonstances, le cristallin perd sa transparence, par suite de la coagulation de la matière albumineuse qu'il renferme : le genre de cécité qui résulte de ce changement d'état est désigné sous le nom de *cataracte*.

Nous donnons ici la composition du cristallin :

Cristallin transparent.

Eau	58,0
Extrait aqueux et sels	2,4
Extrait alcoolique et sels	1,3
Membrane	2,4
Matière albumineuse	35,9
	100,0

(BERZELIUS.)

Digitized by Google

Cristallin opaque de l'œil d'un cheval.

Matière albumineuse coagulée	29,3
Phosphate de chaux	51,4
Carbonate de chaux	1,6
Substance soluble dans l'eau et sels	17,7
	100,0

(M. LASSAIGNE.)

Iris. — Cette partie de l'œil est formée principalement de fibrine.

COEUR.

Le cœur est le point de réunion des vaisseaux sanguins. Ce viscère se compose essentiellement de fibrine. Les physiologistes le considèrent comme un muscle. On peut donc lui appliquer les caractères propres à la substance musculaire.

Voici la composition du cœur du bœuf :

	BERZELIUS.	BRACONNOT.	SCHUTZ.
Eau	77,17	77,03	77,50
Fibrine, tissu cellulaire, nerfs, vaisseaux, etc.	17,70	17,18	15,00
Albumine et matière colorante	2,20	2,70	4,30
Extrait aqueux et sels	1,05	1,15	1,80
Extrait alcoolique et sels	1,80	1,94	1,32
Phosphate de chaux et matière albumineuse	0,08	»	»
Graisse et perte	»	»	0,08
	100,00	100,00	100,00

Les cendres laissées par le cœur à l'incinération se composent, sur 1000 parties, de :

	Homme.	Femme.	Chat.
Chlorure de sodium	0,310	0,443	0,135
Sulfate de soude	0,392	traces	traces
Phosphates à base d'alcali	5,859	6,986	9,175
Phosphates alcalino-terreux	2,639	0,874	1,017
	9,200	8,303	10,327

(M. DE BIBRA.)

Digitized by Google

ARTÈRES.

Les artères sont composées de trois tuniques différentes qui s'appliquent exactement l'une sur l'autre. La première est formée de tissu cellulaire : elle présente les propriétés de ce tissu. La seconde, qui paraît caractériser plus spécialement les vaisseaux artériels, est fibreuse, élastique, peu altérable au contact de l'air, insoluble dans l'eau, dans l'acide acétique, soluble dans l'acide sulfurique, dans l'acide chlorhydrique et dans les alcalis.

On l'a trouvée composée en centièmes, de :

	I.	II.
Carbone	53,750	53,395
Hydrogène	7,079	6,971
Azote	15,360	15,360
Oxygène	23,811	24,274
	100,000	100,000

(M. SCHERER.)

La troisième tunique des artères est cassante, tout en présentant une certaine élasticité; sa composition n'est pas encore bien connue : elle laisse à l'incinération 0,39 pour 100 de cendres.

Il se forme fréquemment dans les artères des vieillards des concrétions orétacées que l'on a comparées souvent à des os. Les sels calcaires qui produisent ces points osseux sont les mêmes que ceux qui existent dans les os et ils s'y trouvent dans les mêmes proportions; mais la substance organique qui existe dans ces concrétions n'est pas de l'osséine, elle ne se dissout pas sous l'influence de l'eau bouillante et ne se change pas en gélatine.

Sous ce rapport les substances crétacées qui ossifient les artères des vieillards s'éloignent par leur composition des os proprement dits.

Analyse des points osseux de l'aorte d'une femme de 86 ans.

Cendres	74,2
Chaux	42,4
Acide phosphorique	30,2
Acide carbonique	5,2
Magnésie	traces

(FREMY.)

Digitized by Google

Analyse des points osseux de l'aorte d'une femme de 82 ans.

Cendres	78,2
Chaux	48,9
Acide phosphorique	28,9
Acide carbonique	4,0
Magnésie	traces

(FREMY.)

La composition des *veines* n'a pas encore été déterminée.

POUMON.

Le parenchyme du poumon renferme de la fibrine, de l'albumine, une substance analogue à la caséine, de la graisse, de l'acide oléique, de l'acide margarique et de l'acide cérébrique. (M. Boudet.)

Les cendres des poumons sont formées, sur 1000 parties, de :

Chlorure de sodium	0,8
Sulfate, Phosphate, Carbonate de soude	7,8
Silice, Oxyde de fer, Carbonate, Phosphate de chaux	2,2
	10,8

(M. BOUDET.)

FOIE.

Le foie présente la composition suivante :

Tissu vasculaire	18,94
Parenchyme	81,06
	100,00

100 parties du parenchyme sont formées de :

Eau	68,64
Albumine	20,19
Matière azotée	6,07
Substance grasse phosphorée analogue à celle du cerveau	3,89
Chlorure de potassium	0,64
Phosphate de chaux	0,47
Sel organique à base de potasse	0,10
	100,00

(BRACONNOT.)

Digitized by Google

Quand on épuise par l'eau bouillante le foie d'un animal qui vient d'être tué, il se dissout une certaine quantité de sucre dont la présence dans la liqueur est indiquée par les réactifs ordinaires.

Cette expérience, due à M. Cl. Bernard, a conduit cet habile physiologiste à chercher si le foie de tous les animaux contient du sucre ; si ce sucre y est amené par le sang, ou bien s'il résulte d'une sécrétion particulière, et, dans ce dernier cas, si cette sécrétion est soumise aux influences de diverse nature, qui agissent sur les fonctions organiques. Nous reproduisons ici textuellement le résumé des conclusions de M. Cl. Bernard :

« 1° Il y a du sucre dans le foie de l'homme et de tous les animaux en état de santé.

» 2° Le sucre existe dans le foie des carnassiers comme dans celui des herbivores à jeun ou en digestion.

» La présence du sucre dans le foie est donc indépendante de la nature de l'alimentation.

3° Chez un carnivore, on ne trouve point de sucre dans le sang de la veine porte.

» On en trouve, au contraire, des quantités considérables dans le sang des veines hépatiques.

» Le sucre se forme donc dans le foie.

» 4° Le sucre versé dans le sang se détruit successivement à mesure qu'il s'éloigne du foie, sans toutefois, chez l'animal sain, apparaître dans les urines.

» 5° Le sang qui sort du foie, en même temps qu'il contient davantage de sucre, ne renferme pas du tout de fibrine et beaucoup moins d'albumine que le sang qui y entre.

» 6° Le sucre semble se produire dans le sang aux dépens des matières albuminoïdes du sang.

» 7° La fonction glucogénique du foie subit des oscillations comme toutes les sécrétions, et en particulier comme celles qui sont liées à l'appareil digestif.

» Elle est plus active au moment de la digestion.

» Elle diminue dans les intervalles.

» Elle peut finir par disparaître à la suite d'un jeûne prolongé.

» 8° Les influences extérieures agissent sur la sécrétion du sucre.

» Le froid la fait disparaître soit complétement, soit en partie, suivant son intensité.

» La chaleur la rétablit.

» 9° Les actions sur le système nerveux retentissent sur cette fonction pour l'exagérer, pour la diminuer, pour la pervertir.

» 10° La fonction glucogénique est en sympathie d'action avec les autres fonctions de l'économie, et en particulier avec la respiration.

Digitized by Google

» 11° A l'état morbide, la fonction glucogénique s'exagère ou s'anéantit.

» Son exagération produit le diabète.

» Son anéantissement a lieu sous l'influence de tout état fébrile.

» 12° Le foie des individus morts de maladies ne contient généralement pas de sucre. »

En résumé, il existe dans le foie deux sécrétions distinctes : l'une, externe, produit la bile ; l'autre, interne, forme le sucre, qui entre immédiatement dans le sang.

Lorsqu'un animal est à jeun depuis un certain temps, le sucre qui se produit dans le foie arrive jusqu'au poumon, où il se détruit. Si l'animal digère, la quantité de sucre qu'il sécrète est trop considérable pour être détruite tout entière dans le poumon, il en passe une partie dans le sang ; et si cette quantité est considérable, l'excès sort par les urines : l'animal devient diabétique.

PUTRÉFACTION DES MATIÈRES ANIMALES.

Lorsque la vie cesse chez un animal, la matière organisée subit aussitôt une série de décompositions dont l'ensemble constitue la *putréfaction.*

La putréfaction peut être locale ou générale : dans le premier cas, elle est ordinairement accompagnée de l'écoulement d'un liquide visqueux nommé *pus ;* dans le second cas, la matière organisée tout entière change de couleur, donne naissance à divers produits volatils dont l'odeur est fétide, perd sa consistance et se convertit en une espèce de terreau qui finit lui-même par disparaître.

Putréfaction locale, suppuration. — Lorsqu'une irritation est produite au-dessous de la peau, les nombreux vaisseaux dans lesquels circulent ordinairement des liquides incolores se remplissent de sang, se tuméfient, et il se forme un abcès. Le sang, devenu stagnant dans l'abcès, s'altère et détermine la décomposition de toute la masse, qui se change en une poche ou sac rempli de *pus.* En général, le pus ne tarde pas à sortir de l'enveloppe qui le renferme, soit en la perforant, soit en suintant par les pores. Cet écoulement est désigné sous le nom de *suppuration.*

Putréfaction générale.— Quand le cadavre d'un animal entre en putréfaction, il s'établit dans sa masse un mouvement moléculaire dont les effets sont : la désagrégation complète de la matière organisée et la production, aux dépens des éléments de cette matière, d'un certain nombre de composés inorganiques.

Parfois, au commencement de la putréfaction, le cadavre devient lumineux : cette phosphorescence n'est pas expliquée ; on sait seulement qu'elle continue dans l'oxygène et l'azote, qu'elle diminue d'intensité dans l'acide carbonique, et qu'elle cesse complétement dans le vide ; dans le chlore et dans l'hydrogène phosphoré.

Digitized by Google

Pour que la décomposition de la matière organisée s'opère, il est indispensable que l'air et l'humidité agissent sur le cadavre; alors l'hydrogène se convertit en eau, le carbone passe à l'état d'acide carbonique et l'azote à l'état d'ammoniaque. L'odeur fétide qu'exhale le cadavre est due probablement à la présence de certains composés sulfurés et phosphorés.

L'acide carbonique et l'ammoniaque qui proviennent de la putréfaction se dégagent à l'état de carbonate d'ammoniaque. Ce carbonate, qui se répand d'abord dans l'air, est continuellement ramené par les pluies à la surface du sol.

Si, en outre, la putréfaction s'effectue en présence d'un alcali, il se produit de l'acide azotique, qui s'unit aussi à l'ammoniaque et qui est également entraîné par les eaux.

Tous les produits de la putréfaction retournent donc à la terre, d'où ils proviennent, et où ils servent à l'accroissement des végétaux. De plus, les nombreux animaux qui se nourrissent de la matière cadavérique en opèrent la dispersion, de sorte que l'azote, qui pourrait se concentrer en excès dans un seul point du sol, se trouve répandu sur une grande surface.

Certains corps, tels que la fibrine, la caséine, le sang, etc., qui s'altèrent rapidement, activent la putréfaction; il en est d'autres, au contraire, qui la retardent : ces derniers corps ont reçu le nom de *substances antiseptiques*.

Les substances antiseptiques les plus employées sont : le chlorure de sodium, les sels d'alumine, de fer, de mercure, l'alcool, l'essence de térébenthine et la créosote. Elles agissent de trois manières différentes : 1° en s'emparant de l'eau que contient la matière organisée; 2° en contractant le tissu et en facilitant ainsi la dessiccation; 3° en formant avec la matière organisée des combinaisons inaltérables.

Pour préserver un cadavre de la putréfaction, il suffit d'injecter par la carotide gauche 5 à 6 litres d'une dissolution d'acétate d'alumine marquant 6° à l'aréomètre Baumé. Ainsi préparé, le corps d'un animal se conserve six mois environ au contact de l'air, propriété précieuse pour la dissection.

L'acétate d'alumine peut être remplacé par une dissolution formée de 1 kilogramme de sulfate d'alumine pour 4 litres d'eau; mais alors, la durée de la conservation se réduit à deux mois. Lorsqu'il s'agit de pièces d'histoire naturelle, on élève la dose du sulfate d'alumine à un tiers du poids de l'eau que l'on sature en outre d'acide arsénieux. (M. Gannal.)

En remplaçant le sulfate d'alumine par le sulfite de soude et en plongeant ensuite les cadavres dans une dissolution de chlorure de zinc, on conserve aux chairs leur souplesse et leur volume. Le sulfite de soude

Digitized by Google

peut même arrêter la putréfaction des cadavres qui ont déjà subi une décomposition avancée. (M. Sucquet.)

On a proposé aussi de se servir de l'hyposulfite de zinc (M. Robin); mais ce sel ne paraît pas avoir été employé.

Le sulfate de zinc convient très bien à la préparation des pièces anatomiques. 4 à 5 litres d'une dissolution de ce sel, injectés par une des artères, suffisent pour préserver longtemps un cadavre de la putréfaction. (M. Falcony.)

Le bichlorure de mercure dissous est employé depuis un grand nombre d'années pour conserver les cadavres. On injecte ce sel dans le système vasculaire, ou bien on plonge le corps dans une dissolution alcoolique de bichlorure de mercure, et l'on remplace ce sel à mesure qu'il est absorbé. Quand on opère par cette dernière méthode, il faut avoir soin d'enlever les viscères et de pratiquer en outre des incisions profondes dans la chair, afin de faciliter l'absorption du sel de mercure. Au bout d'un mois, le cadavre peut être retiré de l'alcool ; il se dessèche au contact de l'air sans perdre sa couleur naturelle.

Les corps destinés à la dissection ne doivent pas être conservés au moyen du bichlorure de mercure, qui se décompose au contact des instruments d'acier, et qui, en outre, rend dangereuses les blessures que les opérateurs peuvent se faire.

Quant aux procédés de conservation en usage dans l'antiquité chez les Égyptiens, ils consistaient à plonger le mort pendant soixante-dix jours environ dans une dissolution de carbonate de soude, à le laver, puis à le sécher. Lorsque la dessiccation était complète, on vidait le cadavre, on y introduisait ensuite des substances goudronneuses et aromatiques, enfin on l'entourait de bandelettes de toile enduites de résine et au-dessus desquelles on plaçait une enveloppe ayant la forme du corps. (Rouelle.)

Des expériences récentes ont fait voir que le chlorure de baryum, le café, les carbures d'hydrogène, l'acide cyanhydrique, divers éthers, le sulfure de carbone, la liqueur des Hollandais, le chloroforme, l'huile de houille, etc., jouissent de propriétés antiseptiques remarquables, et que l'huile de houille, en particulier, à cause de son prix de revient si modique, peut être employée à la conservation des cadavres. (M. Robin.)

CONSERVES ALIMENTAIRES.

Aux modes généraux de conservation que nous venons d'indiquer se rattachent les procédés dont on se sert pour conserver les substances alimentaires.

De tous les agents antiseptiques que nous avons mentionnés, les seuls qui puissent être spécialement affectés à cet usage sont le sel, le sucre, l'alcool et la créosote. Aussi a-t-on eu recours à des procédés particuliers

Digitized by Google

qui consistent soit à dessécher les aliments, soit à les préserver du contact de l'air.

On prépare des conserves alimentaires en remplissant de mets cuits et assaisonnés des boîtes de fer-blanc qui sont ensuite soudées et placées pendant une heure dans de l'eau que l'on porte à ébullition. La petite quantité d'oxygène qui est restée dans la boîte se convertit en acide carbonique : cet acide n'exerce aucune action sur les aliments.

Un autre mode de conservation, fondé sur le même principe, consiste à remplir un vase avec de l'eau récemment bouillie, à introduire ensuite dans ce vase de la limaille de fer, puis la viande à conserver, et enfin à recouvrir l'eau d'une couche épaisse d'huile. L'air ne pouvant alors arriver jusqu'à l'eau à cause de l'huile qui surnage, la viande se trouve placée à l'abri du contact de l'oxygène. D'ailleurs, si la moindre quantité de ce gaz pénétrait la couche d'huile, elle serait immédiatement absorbée par la limaille de fer.

Pour conserver la viande par la *salaison*, il faut la frotter sur toutes ses faces avec du sel pulvérisé, la disposer ensuite par lits dans un vase, en interposant une couche de sel entre chaque lit de viande, la surcharger de poids, la laisser quelques jours dans cet état ; enfin recommencer la même stratification dans un autre vase que l'on ferme aussi bien que possible. Le sel agit en s'emparant de l'eau que contient la viande. Il en est de même du sucre et de l'alcool dont on se sert pour conserver les fruits.

La viande, exposée à la fumée, ne subit plus d'altération. L'action conservatrice de la fumée doit être attribuée à la créosote, qui se trouve toujours en petite quantité dans les produits de la décomposition du bois.

La conservation des aliments par la dessiccation réussit parfaitement. Voici quelques-unes des méthodes en usage :

On coupe la viande en tranches du poids de 70 à 100 grammes ; ces tranches sont immergées successivement pendant dix minutes dans de l'eau en ébullition et placées ensuite dans une étuve chauffée à 40° : on évapore l'eau à consistance gélatineuse, puis on y plonge les tranches de viande desséchée, qui se recouvrent d'un enduit imperméable à l'air. La viande ainsi préparée reprend par la cuisson toutes ses propriétés.

Les fruits et les légumes peuvent être conservés en les desséchant à la température de 33°, en les soumettant ensuite à une pression considérable et en les enfermant dans des feuilles d'étain. Ce mode de conservation présente l'avantage de réduire les aliments en très petit volume, ce qui facilite beaucoup leur transport. On peut ainsi placer dans des caisses de 1 mètre cube de capacité jusqu'à 25,000 rations.

On emploie en Écosse, pour conserver la viande, un procédé qui donne d'excellents résultats. La viande déjà cuite est introduite dans des vases de fer-blanc qui portent une ouverture que l'on bouche momenta-

Digitized by Google

nément avec de la soudure : ces vases sont exposés pendant quelque temps à une température qui dépasse 100° ; un ouvrier fait fondre alors au moyen d'un fer chaud le lut métallique qui découvre l'ouverture par laquelle un jet de vapeur sort avec rapidité et entraîne la petite quantité d'air qui pourrait rester dans le vase. On ferme de nouveau l'ouverture au moyen de la soudure, et la viande ainsi préparée se conserve sans altération.

Digitized by Google

CHIMIE VÉGÉTALE.

Les propriétés des principes immédiats d'origine végétale ayant été décrites dans la première partie de la chimie organique. Nous nous occuperons maintenant des fluides et des organes qui composent les plantes.

FLUIDES VÉGÉTAUX.

Les fluides végétaux sont :
La *séve ascendante*,
La *séve descendante*, qui comprend chaque espèce de sucs propres.

SÉVE.

Rôle de la séve.

Lorsque les plantes végètent normalement, leurs racines se trouvent en contact avec un sol imbibé d'une eau qui, en pénétrant la terre, s'est chargée de diverses substances solubles.

Sous l'influence de l'endosmose, de la capillarité et de la succion, cette eau s'introduit dans les plantes, parcourt leur tissu dans tous sens, et contribue, tant par les substances qu'elle amène du dehors que par celles qu'elle transporte d'une partie du végétal dans une autre, à l'entretien da la végétation. On lui donne alors le nom de *séve*.

Le mouvement ascensionnel de la séve s'effectue dans le système ligneux : la séve s'infiltre par les parties chevelues des racines, s'élève dans la racine principale, dans la tige, arrive dans les feuilles, dans les

Digitized by Google

parties vertes de l'écorce, et ayant alors acquis des propriétés nouvelles, par suite des changements qui se sont opérés dans sa composition, elle redescend par le système cortical jusqu'à l'extrémité des racines, où son absorption a commencé. Il s'opère donc dans les végétaux un mouvement circulatoire comparable à celui du sang dans les animaux.

Propriétés. — Composition.

Les changements qui ont lieu dans la composition de la séve, pendant son parcours, ne sont pas encore très connus. Pour les déterminer, il faudrait pouvoir recueillir séparément la séve ascendante et la séve descendante. Mais, jusqu'à présent du moins, il n'a pas été possible d'opérer d'une manière certaine sur un seul liquide. Les résultats donnés par l'analyse ne doivent donc pas être considérés comme rigoureusement exacts. Nous les résumerons toutefois ici, d'après un mémoire de M. Biot, en indiquant d'abord ce qu'ils peuvent avoir de général.

Les matières organiques qui pénètrent dans les plantes à l'état de dissolution y subissent des modifications profondes, car on trouve dans la séve des substances que l'eau dont le sol est imbibé ne peut renfermer.

La séve de plusieurs arbres est riche en matière sucrée : celle du bouleau contient du sucre incristallisable; la présence du sucre de canne a été constatée dans le noyer, l'érable et le sycomore.

Au moment de leur extraction, ces diverses séves ne renferment pas d'acide carbonique (1).

L'étude comparative de la séve du bourgeon et de celle de la tige du lilas a mis en évidence un phénomène remarquable : c'est que le sucre qui existe dans les bourgeons est incristallisable, tandis que celui que renferme la tige est identique avec le sucre de canne. Les bourgeons ont donc la propriété de transformer ces deux sucres l'un en l'autre.

En déterminant la densité des séves, on a vu :

1° Que la séve qui s'écoule d'une incision diminue peu à peu de densité et de richesse saccharine;

2° Que la densité et la proportion du sucre augmentent dans un arbre avec la hauteur de l'incision. Toutefois l'exactitude de cette observation, si souvent confirmée par les émissions simultanées de la séve dans une même tige, cesse complétement pour les émissions des branches; cela tient sans doute aux modifications que subit déjà le sucre.

En constatant l'augmentation progressive de densité que subit la séve

(1) Vauquelin avait trouvé de l'acide carbonique libre dans la séve, mais quelque soin qu'ait pris M. Biot dans ses analyses, il lui d'y été impossible de découvrir la présence de cet acide.

Digitized by Google

à mesure qu'elle s'élève dans la plante, plusieurs observateurs ont été conduits à des opinions différentes sur la végétation pendant l'été.

Knight, et après lui d'autres physiologistes, ont admis qu'au moment des chaleurs et à l'arrière-saison, les matières solubles redescendent dans le tronc, dans les racines même, où elles restent pendant l'hiver, jusqu'à ce que la séve, remontant au printemps, les redissolve et les entraîne dans les bourgeons. M. Biot a pensé que cette augmentation de densité de la séve, à mesure qu'elle s'élève dans le végétal, est le résultat d'une évaporation d'eau, et, à l'appui de cette assertion, cite l'expérience suivante, qui lui est personnelle :

Deux poids égaux (45 grammes) de bois de sycomore provenant, l'un du faîte d'un arbre, l'autre de la partie inférieure du tronc, ont été desséchés dans une étuve chauffée à 40 degrés. Les 45 grammes de bois du tronc se sont alors réduits à 19gr,120, et ceux du faîte à 28gr,970. Ces derniers contenaient donc moins d'eau hygrométrique.

200 grammes de copeaux du même bois, retirés au faîte et au tronc de l'arbre, ont été épuisés par des volumes égaux d'eau distillée : les deux extraits aqueux, décolorés par le noir animal, ont présenté la même densité, et indiqué au saccharimètre des quantités égales de sucre.

SÉVES ASCENDANTES.

Séve du Bambusa gadua.

La séve de cette graminée est limpide comme de l'eau. Elle renferme :
Des chlorures,
Des sulfates,
Des matières organiques,
De la silice,
Divers autres sels solubles indéterminés. (M. Boussingault.)

Séve du bananier (*Musa paradisiaca*).

La séve de cet arbre nouvellement recueillie est limpide, incolore, acide aux réactifs colorés. Elle se trouble bientôt au contact de l'air et dépose une matière amorphe d'un rose sale. Un tissu plongé dans la séve du bananier récemment obtenue se colore en rose au contact de l'air.

On a trouvé dans cette séve :
De l'acide acétique,
De l'acide gallique,
Du chlorure de sodium,
Des sels de chaux et de potasse,
De la silice. (M. Boussingault.)

Digitized by Google

Séve du charme (*Carpinus sylvestris*).

Vers le mois de mai, la séve de charme est incolore, limpide, d'une odeur faible, d'une saveur sucrée; elle présente une réaction acide et contient :

De l'eau,
Du sucre,
De l'acide acétique,
Des acétates de potasse et de chaux,
Des matières organiques. (VAUQUELIN.)

Séve de l'érable.

L'érable donne, par incision, une séve contenant une assez forte proportion de sucre et de petites quantités d'acétates.

Séve du hêtre (*Fagus sylvestris*).

On a récolté cette séve en mars et en avril. Elle était rougeâtre, neutre aux réactifs colorés, d'une saveur astringente, et renfermait :

De l'eau,
De l'acide acétique,
De l'acide gallique,
Du tannin,
Des acétates de potasse, de chaux et d'alumine,
Une matière colorante,
Du mucus,
Des matières organiques. (VAUQUELIN.)

Séve du noyer.

Cette séve contient de l'acide carbonique et 0,0047 de matières solides, qui sont :

De l'azotate de potasse,
Du sulfate et du phosphate de chaux,
Des lactates de chaux, de potasse et d'ammoniaque,
Des malates,
De l'albumine,
De la gomme.

Séve de l'orme (*Ulmus campestris*).

La séve de l'orme est d'un jaune fauve, d'une saveur sucrée et d'une consistance légèrement sirupeuse; elle renferme :

De l'acétate de potasse,
Du carbonate de chaux,
Une matière végétale,
Des matières organiques. (VAUQUELIN.)

Digitized by Google

Séve de la vigne.

Le liquide séveux extrait en mars de la vigne laisse par l'évaporation un résidu très faible composé :

De phosphate et de tartrate de chaux,
D'azotate et de sulfate de potasse,
De lactates à base d'alcali,
De chlorhydrate d'ammoniaque,
D'albumine.
La séve de la vigne est fermentescible. (M. LANGLOIS.)

SÉVES DESCENDANTES.

La séve descendante ou *élaborée* contient divers principes particuliers, dont la nature varie avec l'espèce des végétaux. On la désigne parfois sous le nom de *suc propre* des plantes.

Les sucs propres peuvent être classés en trois groupes :
Les sucs propres laiteux,
Les sucs sucrés,
Les sucs gommeux ou résineux.

SUCS LAITEUX.

Les sucs laiteux présentent une opacité due à des globules de graisse ou de carbures d'hydrogène nageant dans un liquide incolore.

Suc de l'arbre à caoutchouc.

Ce suc, dont nous avons indiqué le mode d'extraction (t. V, p. 316), se coagule rapidement au contact de l'air. Il est formé de :

Eau	56
Caoutchouc	32
Albumine végétale	2
Substance azotée, amère, soluble dans l'eau et l'alcool	7
Substance soluble dans l'eau et l'alcool (sucre)	3
	100

(M. FARADAY.)

Suc du carica papaya.

Le suc de cet arbre est lactescent, visqueux. Il renferme :
De l'albumine et une matière grasse (Vauquelin).
Le fruit du *Carica papaya* donne un suc moins blanc que celui qui

Digitized by Google

s'écoule du tronc, d'une odeur désagréable, d'une saveur aigrelette, et qui se coagule peu de temps après avoir été exposé à l'air. Ce suc est employé en médecine; il contient :

De la fibrine végétale,
Du sucre,
De la cire,
De la résine. (M. BOUSSINGAULT.)

Suc de l'hura crepitans.

Ce suc est opaque, d'un blanc légèrement jaunâtre, d'une saveur douce d'abord et ensuite vivement irritante. Il est coagulé par les acides, et se putréfie en donnant les mêmes produits que le caséum.

On a trouvé dans le suc de l'*Hura crepitans :*

De l'azotate de potasse,
Du malate de potasse,
Du malate de chaux,
Une matière azotée analogue au gluten,
Un corps odorant,
Une huile vésicante,
Une base alcaline cristallisable.

Ce suc est extrêmement dangereux. On s'en sert en Amérique pour pêcher en empoisonnant les cours d'eau.

(MM. BOUSSINGAULT et DE RIVERO.)

Suc de pavot. — Opium.

Nous avons déjà dit que l'opium est le résidu de la dessiccation du suc de pavot.

L'opium est brun, solide, amer, d'une odeur particulière. Il se ramollit sous l'influence d'une faible chaleur et se décompose par la distillation en dégageant des produits ammoniacaux; l'eau, l'alcool étendu et le vinaigre dissolvent partiellement l'opium et acquièrent des propriétés vénéneuses énergiques. On emploie l'opium comme narcotique et calmant.

C'est dans l'opium que Sertuerner découvrit la première base organique (la morphine). On sait que cette substance s'y trouve en assez grande quantité; l'opium en renferme de 4 à 18 pour 100.

Digitized by Google

TABLEAU DE LA COMPOSITION DES DIVERS OPIUMS DU COMMERCE.

NOMS des principes constituants.	OPIUM DE SMYRNE.					OPIUM de Smyrne.	OPIUM de Constantinople.	OPIUM d'Égypte.	OPIUM d'Orient.	OPIUM D'ERFURT.	
Narcotine.	6,800	8,150	9,630	7,702	6,546	11,30	3,47	7,50	16,25	9,50	33,00
Morphine.	10,842	4,106	9,852	2,842	3,800	10,30	4,50	9,25	20,00	16,50	6,85
Codéine	0,678	0,834	0,848	0,858	0,620	0,25	0,52				
Narcéine.	6,662	7,506	7,684	9,902	13,240	0,71	0,42				
Méconine.	0,804	0,846	0,314	1,380	0,808	0,08	0,30				
Acide méconique.	5,124	3,968	7,620	7,252	6,614	4,70	4,38	13,75	10,00	15,00	15,30
Graisse.	2,166	1,350	1,816	4,202	1,508						
Caoutchouc. . . .	6,012	5,026	3,674	3,754	3,206			2,00	10,30	3,45	4,50
Résine	3,582	2,028	4,112	2,208	1,834	10,93	8,10				
Extrait gommeux.	25,200	31,470	21,834	22,608	25,740						
Gomme.	1,042	2,896	0,698	2,998	0,896						
Mucilage.	19,086	17,098	21,064	18,496	18,022						
Eau	9,846	12,226	11,122	13,044	14,032						
Perte.	2,156	2,496	0,033	2,754	3,134						
	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000						
	M. Mulder.					M. Schœdler.	M. Schulder.		M. Bittz.		

Digitized by Google

Pour obtenir l'opium, il faut pratiquer aux capsules et aux tiges de pavots des incisions longitudinales et recueillir le suc qui en découle.

Suc de laitue.

Ce suc est solide, d'une saveur amère et d'une odeur vireuse. Sa composition est assez complexe; il renferme :

De l'azotate de potasse,
Des phosphates de chaux et de magnésie,
Une matière cristallisable,
De la mannite,
De l'asparagine,
De la résine mélangée de cérine et de myricine,
De l'albumine,
De la gomme,
Une matière colorante brune,
Un acide particulier,
Du caoutchouc.

On obtient le suc de laitue en faisant à la tige du *Lactuca capitata* des incisions transversales.

Suc de l'arbre de la vache.

Ce suc, dont l'aspect rappelle celui du lait des animaux, présente des propriétés complétement différentes. Les acides et l'alcool ne le coagulent pas; il donne par l'évaporation un résidu blanc et comme caséeux, qui se divise, sous l'influence d'une chaleur modérée, en deux parties distinctes : l'une est grasse, fusible; l'autre est molle, infusible et se racornit par l'action de la chaleur.

La matière grasse extraite du suc de l'arbre de la vache fond à 60°. Elle présente une certaine analogie avec la cire des abeilles, mais elle en diffère par sa solubilité dans l'alcool et dans la potasse.

La substance infusible se rapproche de la fibrine; elle est azotée et brûle en répandant une odeur de viande grillée.

L'analyse du suc de l'arbre de la vache a donné les résultats suivants :

Fibrine, albumine	3,73
Cire, résine, principes solubles, sels	23,41
Eau	72,86
	100,00

(M. Boussingault.)

Digitized by Google

SUCS RÉSINEUX ET GOMMEUX.

Le suc des térébinthacées et des conifères se compose d'une résine dissoute dans une essence analogue ou semblable à l'essence de térébenthine.

On peut placer dans le même groupe les sucs de l'*Acacia vera*, de l'*Acacia arabica* et des arbres qui produisent les baumes du Pérou et de Tolu.

Nous donnons ici la composition de plusieurs sucs gommeux :

Suc de l'abricotier	Arabine / Cérasine	89,85
	Cendres	3,33
	Eau	6,82
Suc de l'amandier	Arabine / Césarine	83,24
	Cendres	2,97
	Eau	13,79
Suc du cerisier	Arabine	52,10
	Cérasine	34,90
	Cendres	1,00
	Eau	12,00
Suc du pêcher	Arabine / Cérasine	82,60
	Cendres	3,19
	Eau	14,21
Suc du prunier	Arabine / Cérasine	82,23
	Cendres	2,62
	Eau	15,15

EXTRACTION DE LA SÉVE.

Pour obtenir la séve, il faut percer avec une tarière des trous cylindriques, de 8 à 10 centimètres de profondeur, dans le corps d'un arbre que l'on choisit toujours assez gros pour que cette espèce de sondage n'occupe qu'une portion minime de leur section transversale. Ces trous sont placés dans une direction descendante, du dedans au dehors. Pour faciliter l'écoulement de la séve, on introduit dans chacun d'eux un morceau de roseau bien sec, qui y entre à frottement, et dont les lèvres, taillées intérieurement en biseau, permettent l'écoulement de la séve

Digitized by Google

dans un flacon luté à l'extrémité supérieure du bout de roseau. L'appareil doit fermer assez bien pour que si la température extérieure de l'arbre est supérieure à celle de l'atmosphère ambiante (ce qui est assez fréquent), l'eau de vaporisation se condense sans peine dans les flacons.

(M. Biot.)

FONCTIONS VÉGÉTALES.

PHÉNOMÈNES CHIMIQUES DE LA VÉGÉTATION.

La séve, par les matières qu'elle apporte de l'extérieur, contribue à entretenir la végétation ; mais la plante exige en outre le concours des éléments de l'atmosphère.

L'action de l'atmosphère sur les végétaux présente deux phases distinctes : la première a pour résultat la germination de la graine ; la seconde, le développement de la plante et la multiplication de l'espèce.

GERMINATION.

La germination ne peut s'opérer que dans certaines conditions physiques. Ainsi la graine, ou *embryon*, reste inerte tant qu'elle n'a pas subi l'action de l'eau, celles de l'air et d'une température suffisante ; mais, sous ces influences, la graine se gonfle, son enveloppe se rompt, la radicule se dirige vers le sol, tandis que la plumule se développe en prenant la forme et la direction de la tige sur laquelle les feuilles ne tardent pas à apparaître. Ce n'est pas seulement par l'action physique de l'eau et par celle d'une température convenable que s'opère le phénomène de la végétation ; l'air n'est pas moins indispensable à son développement que l'humidité et la chaleur : en effet, si l'on place des semences humides dans une atmosphère privée d'oxygène, la germination n'a pas lieu.

Le rôle de l'oxygène dans la germination a été déterminé par Th. de Saussure. Ce célèbre physicien a démontré, par une suite d'expériences eudiométriques, que ce gaz convertit une portion du carbone de la graine en acide carbonique qui se dégage.

Quant au phénomène de la germination sous l'eau, qui paraissait prouver que l'oxygène n'est pas indispensable au développement du germe des semences, Th. de Saussure l'expliqua en démontrant que les graines submergées qui germent, absorbent l'oxygène tenu en dissolution dans l'eau. En effet, ces semences ayant été placées dans de l'eau ne contenant pas d'air, ne germèrent pas.

Enfin, en poussant encore plus loin ses investigations, Th. de Saussure

Digitized by Google

reconnut que chaque espèce de graine exige, pour germer, des quantités différentes d'oxygène, ce qui ressort clairement du tableau suivant :

ESPÈCES DE GRAINES.	OXYGÈNE absorbé par 100 parties du poids de la graine.
Fève	1,0
Froment	0,1
Haricot	1,0
Laitue	1,0
Orge	0,1
Pourpier	0,1

(TH. DE SAUSSURE.)

L'acide carbonique produit pendant la germination se formant aux dépens du carbone de la graine, celle-ci doit perdre une partie de son poids. Or, le poids du carbone que contient l'acide carbonique dégagé est toujours moindre que celui qui exprime la perte subie par la graine ; il faut donc que cette perte ne soit pas due uniquement à l'élimination du carbone. Th. de Saussure l'attribue en partie à une évaporation d'eau, et résume, par conséquent, les phénomènes de la germination dans une déperdition d'eau et de carbone.

Il est probable cependant que les réactions qui s'accomplissent sont plus complexes : en effet, quand on met à germer des semences sur du papier bleu de tournesol, la teinte de ce papier vire au rouge et s'y maintient. Les graines qui germent paraissent donc sécréter un acide énergique. On a remarqué en outre que si pendant la germination le volume de l'acide carbonique produit est souvent égal à celui de l'oxygène absorbé, comme l'avait reconnu Th. de Saussure, parfois aussi ce volume est plus grand ou plus petit. Or, la différence de ces résultats s'expliquerait, du moins en partie, en admettant que le carbone et l'oxygène de la graine s'unissent d'abord pour former de l'oxyde de carbone, que l'oxygène de l'air convertit ensuite en acide carbonique. (M. Boussingault.)

Nous résumons ici une des expériences qui ont donné lieu à cette hypothèse :

Des graines de trèfle desséchées à 110° furent placées dans une assiette de porcelaine et convenablement humectées d'eau. La germination ne tarda pas à se manifester. Dès que chaque radicule eut atteint la hauteur de 1 centimètre environ, la graine fut replacée à l'étuve et desséchée de

Digitized by Google

nouveau, afin d'arrêter la germination. On soumit ensuite les graines germées et non germées à l'analyse élémentaire, qui donna les résultats suivants :

	gr.		Carbone.	Hydrogène.	Azote.	Oxygèn.
Graine mise à sécher supposée sèche. . .	2,405	contenant	1,222	0,144	0,175	0,864
Graine germée	2,241	—	1,154	0,141	0,179	0,767
Différence.	0,164		0,068	0,003	0,006	0,097

La perte de carbone fut donc égale à 0,068, et la perte totale à 0,164. Ce résultat permettait déjà de supposer qu'il s'était produit de l'oxyde de carbone, puisqu'il pouvait entrer dans la perte totale 0,159 de ce gaz, formés par la combinaison des 0,068 de carbone avec 0,091 d'oxygène. Voyons maintenant comment la production de l'oxyde de carbone aurait pu influer sur le volume de l'atmosphère. Pour se convertir en un volume d'acide carbonique, le carbone exige 1 volume d'oxygène ; au contraire, pour passer à l'état d'acide carbonique, 1 volume d'oxyde de carbone n'exige que $\frac{1}{2}$ volume d'oxygène : pour chaque $\frac{1}{2}$ volume d'oxygène absorbé, il y aurait donc eu 1 volume d'acide carbonique produit, et, par suite, augmentation du volume de l'atmosphère.

(M. Boussingault.)

Une seconde expérience exécutée sur du froment a donné des résultats analogues. Il est possible que cette analogie ait persisté tant que la graine se trouve dans la première période de la germination ; mais à mesure que la radicule s'accroît, les phénomènes changent évidemment de nature : le carbone est toujours éliminé, mais dans des proportions qui ne pourraient constituer avec l'oxygène un composé du carbone. Cette perturbation est causée, comme nous le verrons plus loin, par l'action des parties vertes des plantes, qui se développent, et qui, sous l'influence des rayons du soleil, décomposent l'acide carbonique répandu dans l'atmosphère pour s'en assimiler le carbone.

Deux forces se trouvent donc ici en opposition : l'une a pour effet la déperdition du carbone, l'autre a pour résultat l'assimilation de ce corps. Lorsque les parties vertes de la plante ne sont pas développées, la déperdition se continue ; mais quand les feuilles, l'écorce, etc., sont produites, la plante, absorbant du carbone, s'accroît avec rapidité.

On a pensé pendant longtemps que la lumière était défavorable à la germination, parce que les semences germent mal lorsque, après les avoir humectées, on les abandonne à l'air sans abri contre les rayons du soleil ; mais les recherches de Th. de Saussure ont prouvé que l'action attribuée à la lumière n'est due qu'à la chaleur qui dessèche les graines. En effet, en plaçant plusieurs graines humectées sous deux cloches de verre d'une égale capacité, mais dont l'une est opaque et l'autre dia-

Digitized by Google

phane, et en abandonnant ces cloches dans un endroit où pénètre la lumière diffuse, on reconnaît que la germination s'opère simultanément dans les deux appareils.

Le chlore favorise la germination. Ce gaz agit-il en s'emparant de l'hydrogène et en mettant ainsi en liberté de l'oxygène qui s'unit au carbone de la graine? La question n'est pas résolue. Quoi qu'il en soit, on a constaté que des graines de cresson placées, les unes dans l'eau ordinaire, les autres dans une solution aqueuse de chlore, ont germé six fois plus vite dans cette dernière liqueur que dans l'eau. L'action du chlore est tellement favorable à la germination, que des vieilles graines dont on n'avait pu obtenir aucun signe de germination dans les conditions ordinaires, donnèrent naissance à des radicules de $0^{m},001$, en restant plongées pendant vingt-quatre heures dans de l'eau de chlore. (M. de Humboldt.)

ACCROISSEMENT DES PLANTES.

Lorsque la racine et la tige, sorties de la graine, sont assez développées, les cotylédons qui leur ont fourni la première nourriture se dessèchent et ne fonctionnent plus. Cependant la plante continue à s'accroître, et son poids augmente à tel point, qu'une graine de betterave, par exemple, du poids de $0^{gr},004$, peut donner naissance à une plante pesant avec ses racines et ses feuilles $10^{kil},500$. (M. Boussingault.)

Il convient maintenant de rechercher quels sont les éléments que les plantes s'assimilent pendant leur période d'accroissement.

Lorsqu'on soumet un végétal à l'analyse, on reconnaît qu'il renferme du carbone, de l'hydrogène, de l'azote, de l'oxygène et des substances inorganiques. En éliminant ces derniers corps, qui proviennent du sol, on peut dire que les principes constituants des plantes sont dus à l'air et à l'eau. L'expérience a prouvé, en effet, que des graines convenablement humectées avec de l'eau distillée et mises dans du silex en petits fragments ou de la brique pilée ne contenant pas de traces de matière organique, ont parcouru, sans le secours du sol, toutes les phases de la végétation, depuis le développement du germe jusqu'à la fructification : il faut donc qu'elles aient puisé dans l'atmosphère le carbone, l'hydrogène, l'azote et l'oxygène nécessaires à leur organisation. (M. Boussingault.)

Nous examinerons successivement le mode d'assimilation de ces différents corps.

ASSIMILATION DU CARBONE.

L'assimilation du carbone dans l'acte de la végétation s'opère au moyen de la décomposition de l'acide carbonique contenu dans l'air.

Digitized by Google

Cette décomposition, observée successivement par Bonnet, Priestley, Sennebier et Ingenhousz, a pris un caractère de netteté depuis les belles expériences de Théodore de Saussure. Nous citerons ici textuellement quelques-uns de ses résultats.

« J'ai composé, dit Th. de Saussure, une atmosphère artificielle qui occupait 200 pouces cubes (5,746 centimètres cubes), avec du gaz acide carbonique et de l'air commun, où l'eudiomètre à phosphore indiquait 21 centièmes de gaz oxygène; l'eau de chaux y dénonçait 7c,5 de gaz acide carbonique. Le mélange aériforme était placé dans un récipient fermé par du mercure humecté ou recouvert d'une très mince couche d'eau pour empêcher le contact de ce métal avec l'air qui environnait les plantes; car j'ai bien constaté que ce contact, ainsi que l'ont annoncé les chimistes hollandais, est nuisible à la végétation dans des expériences prolongées.

» J'ai introduit sous ce récipient sept plantes de pervenche, hautes chacune de 2 décimètres; elles déplaçaient en tout 10 centimètres cubes; leurs racines plongeaient dans un vase séparé qui contenait 15 centimètres cubes d'eau. La quantité de ce liquide, sous le récipient, était insuffisante pour absorber une quantité sensible de gaz acide, surtout à la température du lieu, qui n'était jamais moindre que 17° Réaumur.

» Cet appareil a été exposé pendant six jours de suite, depuis cinq heures du matin jusqu'à onze heures, aux rayons directs du soleil, affaiblis toutefois lorsqu'ils avaient trop d'intensité. Le septième jour, j'ai retiré les plantes, qui n'avaient pas subi la moindre altération. Leur atmosphère, toute correction faite, n'avait point changé de volume, du moins autant qu'on en peut juger dans un récipient de 0m,13 de diamètre, où une différence de 20 centimètres cubes est presque inappréciable, mais l'erreur ne peut aller au delà.

» L'eau de chaux n'y a plus démontré de gaz acide carbonique : l'eudiomètre y a indiqué 24c,5 de gaz oxygène. J'ai établi un appareil semblable avec de l'air atmosphérique pur, et le même nombre de plantes à la même exposition; celui-ci n'a changé ni en pureté ni en volume.

» Il résulte des observations eudiométriques énoncées ci-dessus que le mélange d'air et de gaz acide contenait avant l'expérience :

4199	centimètres cubes	de gaz azote.
1116	—	de gaz oxygène.
431	—	de gaz acide carbonique.
5746		

Digitized by Google

» Le même air contenait après l'expérience :

4338	centimètres cubes	de gaz azote.
1408	—	de gaz oxygène.
»	—	de gaz acide carbonique.
5746		

» Les pervenches ont donc fait disparaître 431 centimètres de gaz acide carbonique : si elles eussent éliminé tout le gaz oxygène, elles en auraient produit un volume égal à celui du gaz acide qui a disparu ; mais elles n'ont dégagé que 292 centimètres cubes de gaz oxygène dans la décomposition du gaz acide, et elles ont produit 139 centimètres cubes de gaz azote. » Ce qui peut se résumer ainsi :

Acide carbonique absorbé	431 c. c.
Oxygène dégagé	292
Azote dégagé.	139
Somme des volumes de l'azote et de l'oxygène éliminés.	431

Plusieurs expériences, exécutées dans ces dernières années, ont donné les résultats suivants, qui concordent parfaitement avec ceux qu'avait obtenus Th. de Saussure :

	1re expérience.	2e expérience.	3e expérience.	4e expérience.
Acide carbonique absorbé. .	309 c. c.	140	306	184
Oxygène dégagé	224	121	246	126
Azote dégagé.	86	21	20	57
Somme des volumes de l'azote et de l'oxygène éliminés.	310	142	266	183

Comme on peut le voir par ce tableau, si l'on ajoute le volume de l'azote dégagé à celui de l'oxygène obtenu, on forme un nombre qui représente sensiblement le volume de l'oxygène qui aurait dû être éliminé. On peut donc croire que l'azote qui se dégage était interposé dans les pores des plantes, et que l'oxygène l'en a chassé mécaniquement.

(M. Boussingault.)

Maintenant, ce qui prouve que la décomposition de l'acide carbonique a véritablement lieu au profit des végétaux, c'est que des graines de fèves du poids de 6gr,368, et contenant 1gr,209 de carbone, étant placées

Digitized by Google

en plein air dans des capsules de verre remplies de silex qu'on arrosait d'eau distillée, ont donné, dans l'espace de trois mois, des plantes pesant à l'état sec 10gr,721, et renfermant 3gr,703 de carbone. Il y a donc eu une absorption de 1gr,404 de carbone, qui n'ont pu provenir que de l'atmosphère, puisque les plantes étaient isolées du sol. (Th. de Saussure.)

Les conditions auxquelles est soumise la décomposition de l'acide carbonique par les végétaux avaient échappé à Priestley; car bien qu'il eût reconnu que l'air vicié par la respiration était amélioré par les feuilles, il ne pouvait pas toujours reproduire ce phénomène à volonté. Ingenhousz et Sennebier prouvèrent les premiers qu'en exposant des feuilles fraîches et vertes à l'ombre et au soleil pendant qu'elles trempaient dans de l'eau contenant de l'acide carbonique, il se manifestait, sous l'influence solaire, un dégagement d'oxygène dû à la décomposition de l'acide carbonique dissous.

Th. de Saussure reconnut que la décomposition de l'acide carbonique par les végétaux n'a pas lieu sans le concours de la radiation solaire, puisque des plantes exposées à l'ombre, dans une atmosphère ne contenant que de faibles proportions d'acide carbonique, n'ont vécu que peu de jours, ou se sont accrues beaucoup plus lentement que dans l'air ordinaire.

Le même observateur constata en outre que l'action des végétaux sur l'acide carbonique exige le concours de l'oxygène, car des plantes placées dans un mélange d'air et d'acide carbonique en différentes proportions n'ont commencé à végéter que dans une atmosphère ne contenant qu'un onzième d'acide carbonique. Leur végétation est devenue alors plus vigoureuse que dans l'air atmosphérique pur; et, après dix jours d'expérience, l'acide carbonique avait presque en totalité disparu pour faire place à de l'oxygène, ayant cédé son carbone aux plantes.

Si toutes ces expériences tendent à démontrer que, sous l'influence de la lumière, les parties vertes des végétaux décomposent l'acide carbonique dont elles s'assimilent le carbone, il est intéressant de connaître si cette assimilation se fait aux dépens de l'acide carbonique de l'air ou de celui que renferme les eaux qui imbibent le sol.

Lorsqu'on pense à l'immense consommation d'oxygène opérée par la combustion et la respiration, et cependant à la proportion invariable de ce gaz dans l'air atmosphérique, et que l'on se rappelle que cette consommation d'oxygène a pour objet de produire un volume de gaz carbonique égal à celui de l'oxygène absorbé, dont la quantité dans l'air ne dépasse pas 4 à 5 dix-millièmes, on est disposé à croire que la perte de l'oxygène ne peut être réparée que par la décomposition d'un corps gazeux existant dans l'atmosphère et qui lui rendrait continuellement les volumes d'oxygène que la combustion et la respiration lui enlèvent continuellement.

Digitized by Google

Dans une savante argumentation sur l'assimilation du carbone de l'acide carbonique de l'air, M. Liebig a admis que l'assimilation du carbone est une des plus importantes fonctions de la vie végétale, en ce qu'elle a pour conséquence de rendre à l'atmosphère l'oxygène enlevé par la combustion et la respiration. Ce chimiste établit ensuite que, d'après le poids de l'atmosphère dont l'acide carbonique, contenant 27 centièmes de charbon, est la millième partie, il existe dans cette atmosphère 1500 billions de kilogrammes de carbone, quantité bien plus que suffisante à la nutrition des plantes.

M. Boussingault a exécuté des expériences qui doivent avancer la solution de cette question : dans un appareil convenablement disposé, il fait pénétrer une branche de vigne en pleine végétation, sur laquelle, par la disposition particulière de son appareil, passent par heure douze litres d'air. On s'assure, avant de soumettre la vigne à l'action de l'air atmosphérique, de la quantité d'acide carbonique que cet air contient, et par une autre analyse on apprécie celle qui reste dans l'air qui a passé sur la vigne. Deux expériences consécutives ont prouvé que l'air, en traversant l'espace où vit la branche éclairée par le soleil, se dépouille des trois quarts de son acide carbonique; tandis qu'il se mélange au double de son poids d'acide carbonique, lorsqu'on fait fonctionner l'appareil dans la nuit.

Les considérations exposées par M. Liebig, et les expériences de M. Boussingault, prouvent donc que le carbone assimilé par les plantes est fourni en grande partie par la décomposition du gaz acide carbonique de l'atmosphère. Il est probable aussi que l'acide carbonique provenant de la décomposition des substances organiques qui existent dans le sol doit être absorbé par les plantes et servir ensuite à leur développement.

ASSIMILATION DE L'OXYGÈNE.

Lorsqu'on expose pendant la nuit, sous une cloche pleine d'air atmosphérique, des plantes fraîchement cueillies, le volume de l'air diminue, une partie de l'oxygène disparaît, et il se forme de l'acide carbonique dont la quantité ne représente pas celle de l'oxygène disparu. (Th. de Saussure.)

Si dans cette circonstance une partie de l'oxygène a été absorbée par les plantes pour la combustion d'une partie de leur carbone, il paraît évident que les mêmes plantes en condensent l'autre partie.

Ces phénomènes d'*inspiration* ne se reproduisent pas toujours avec la même intensité : ils sont subordonnés à la nature des feuilles. Ainsi, celles des cactus, qui sont épaisses et aqueuses, condensent l'oxygène en ne laissant apparaître qu'une petite quantité de gaz acide carbonique;

Digitized by Google

il est probable que l'eau, qui existe en assez grande quantité dans les feuilles, retient l'acide carbonique en dissolution. L'inspiration nocturne des plantes n'est pas le résultat d'une action mécanique, car les végétaux n'absorbent ainsi que l'oxygène.

Si l'on expose ensuite à la lumière solaire ces mêmes plantes qui ont présenté dans l'ombre le phénomène d'inspiration, elles restituent la plus grande partie de l'oxygène qu'elles ont condensé ou qui a été employé pour produire de l'acide carbonique, et l'atmosphère reprend son premier volume et sa première composition. Ce dernier phénomène est désigné par le nom d'*expiration*.

Nous venons de démontrer que dans l'obscurité les plantes vertes absorbent de l'oxygène en donnant naissance à de l'acide carbonique ; il convient d'examiner si l'oxygène exerce la même influence sur les organes des plantes qui sont dépourvues de parenchyme vert.

Quand on place sous une cloche remplie d'oxygène une racine détachée de sa tige, le volume du gaz diminue, et il se forme du gaz acide carbonique, dont la racine absorbe une partie au moyen de son humidité. Dans cette circonstance, à l'ombre ou à la lumière, les racines se comportent comme les feuilles vertes, qui végètent dans l'obscurité. Si la racine est encore pourvue de ses tiges et de ses feuilles, et qu'elle communique avec une quantité limitée d'oxygène, les feuilles restant à l'air libre, on remarque que cette racine absorbe plusieurs fois son volume d'oxygène. Dans ce cas, l'acide carbonique produit est porté dans tout le végétal, où il éprouve une décomposition. (M. Boussingault.)

La nécessité de la présence de l'oxygène autour des racines est démontrée par l'expérience qui consiste à faire communiquer avec de l'acide carbonique, de l'hydrogène ou de l'azote, les racines de plantes munies de leurs feuilles ou de leurs tiges vertes végétant à l'air libre : ces plantes ne tardent pas à périr. Aussi, dans la pratique, rend-on le sol léger et perméable au moyen de labours et de diverses autres opérations mécaniques, afin que l'oxygène puisse arriver jusqu'aux racines.

Les arbres, dont les racines baignant dans une eau stagnante, sont par cela même privées d'oxygène, ne tardent pas à périr.

Les fruits et les parties ligneuses des plantes absorbent l'oxygène comme les racines, et changent ce gaz en acide carbonique. Cet acide est ensuite entraîné jusqu'aux parties vertes, où il se décompose en oxygène et en carbone.

Les expériences précédentes démontrent donc que le volume de l'oxygène éliminé par les végétaux n'est pas égal à celui de l'acide carbonique décomposé : une partie de l'oxygène provenant de la décomposition de l'acide carbonique est absorbée par la plante.

Indépendamment de ce mode d'assimilation de l'oxygène, il faut encore tenir compte de celui qui doit nécessairement résulter de la

Digitized by Google

décomposition de l'eau, qui s'opère probablement sous les mêmes influences que l'assimilation du carbone.

Quoique cette décomposition de l'eau dans l'acte de la végétation ne soit pas aussi rigoureusement démontrée que celle de l'acide carbonique, il est difficile de ne pas l'admettre, lorsque l'on considère que, si l'oxygène absorbé par la combustion et la respiration n'était pas rendu en entier à l'atmosphère par la décomposition de l'acide carbonique, il arriverait un moment où l'oxygène ne serait plus en rapport suffisant dans l'atmosphère pour rendre l'air respirable. On peut donc admettre qu'une certaine portion d'oxygène versé dans l'atmosphère provient de la décomposition de l'eau par les végétaux.

ASSIMILATION DE L'HYDROGÈNE.

L'hydrogène qui se trouve dans les végétaux paraît provenir également de la décomposition de l'eau. Pour le démontrer, il suffit de rappeler que des graines germent facilement sur un sol artificiel privé de toute substance organique et arrosé avec de l'eau distillée. Il est évident que, dans ce cas, l'eau apporte aux végétaux ses éléments unis et dans un état qui est éminemment propre à l'assimilation. (M. Boussingault.)

On trouve en effet dans certaines plantes un excès d'hydrogène par rapport à la proportion d'oxygène qu'elles renferment, ce qui est dû sans doute à la décomposition de l'eau, dont l'oxygène a été éliminé et l'hydrogène assimilé.

Hydrogène excédant les proportions nécessaires pour former de l'eau.

Trèfle	0,023
Pois	0,060
Froment	0,002
Trèfle repiqué	0,042

(M. Boussingault.)

ASSIMILATION DE L'AZOTE.

On a considéré pendant longtemps l'azote comme ne faisant pas partie essentielle de la composition des végétaux ; mais des travaux récents et rigoureux ont démontré qu'il n'existe pas un seul végétal qui n'en contienne une proportion plus ou moins grande.

La présence de l'azote dans les plantes étant incontestable, et l'assimilation de ce corps étant prouvée par les résultats obtenus dans l'analyse du végétal aux diverses époques de son accroissement, il convient de

Digitized by Google

rechercher par quelles voies et à quel état l'azote s'introduit dans la plante.

Lorsqu'on examine l'action des engrais azotés sur les végétaux, on est conduit à les considérer comme la principale source de l'azote. Il est effectivement reconnu que les céréales renferment d'autant plus de gluten qu'elles se sont développées sur un terrain plus riche en matières azotées (Hermbstoedt). Mais des observations nombreuses paraissent prouver que, dans certaines circonstances, l'atmosphère cède aux plantes une partie de l'azote nécessaire à leur formation. On sait en effet que si la plupart des cultures épuisent le sol, il en est d'autres au contraire qui le rendent fécond : que l'on sème, par exemple, du trèfle, et qu'après avoir fait une première coupe, on enfouisse la nouvelle pousse, le sol devient assez fertile pour que cette culture soit suivie de récoltes abondantes et riches en principes azotés. Le trèfle n'a pas reçu d'azote, et cependant il en donne une quantité notable au sol. Il faut nécessairement qu'il en ait pris ailleurs que dans les engrais.

L'enfouissement en vert du trèfle ou de toute autre plante dite *améliorante* rend par conséquent au sol, outre le carbone, l'oxygène et l'hydrogène, la quantité d'azote qui lui a été enlevée par la végétation.

Les végétaux peuvent donc recevoir l'azote des engrais et de l'atmosphère. Ce dernier fait a été démontré par M. Boussingault, à l'aide des expériences suivantes :

Des graines dont on avait dosé les éléments furent placées dans du sable calciné et humecté d'eau distillée; on déposa les vases contenant le sable ensemencé dans une pièce vitrée où les rayons du soleil pénétraient sans obstacle. Après une culture de trois mois, ces plantes, qui avaient accompli tout leur développement, furent enlevées avec soin du sol factice, agitées doucement avec de l'eau pour les débarrasser du sable adhérent, desséchées à l'étuve et soumises à l'analyse élémentaire.

Les résultats obtenus, étant comparés à ceux que l'analyse préalable des graines avait donnés, prouvèrent que l'assimilation de l'azote peut être indépendante du concours du sol arable, puisque la végétation avait eu lieu dans un sol ne renfermant aucune matière organique. En effet :

	gr.		Carbone.	Hydrogène.	Azote.	Oxygène.
1° Des graines de trèfle, pesant ensemble	1,586,	et contenant	0,806	0,095	0,114	0,571
donnèrent une récolte du poids de.	4,106	—	2,082	0,271	0,156	1,597
Le gain pendant la culture était égal à	2,520	représentés par	1,276 +	0,176 +	0,042 +	1,026

(M. Boussingault.)

Les graines de trèfle avaient donc pris 0gr,042 d'azote à l'atmosphère.

Digitized by Google

	gr.		Carbone.	Hydrogène.	Azote.	Oxygène.
2° Des pois pesant ensemble.	1,072,	et contenant	0,515	0,069	0,046	0,442
donnèrent une récolte du poids de . . .	4,441	—	2,376	0,284	0,101	1,680
Le gain pendant la culture avait donc été de	3,369	représentés par	1,861 +	0,215 +	0,055 +	1,238

(M. Boussingault.)

La quantité d'azote que contenaient les pois avait donc plus que doublé pendant cette culture.

	gr.		Carbone.	Hydrogène.	Azote.	Oxygène.
3° Des graines de froment, pesant ensemble	1,644,	et contenant	0,767	0,095	0,057	0,725
donnèrent une récolte du poids de	3,022	—	1,456	0,173	0,060	1,333
Le gain pendant la culture avait donc été de	1,378	représentés par	0,689 +	0,078 +	0,003 +	0,608

(M. Boussingault.)

L'atmosphère avait donc cédé 0gr,03 d'azote aux graines de froment.

Dans cette dernière culture, la proportion de carbone, d'oxygène et d'hydrogène a augmenté considérablement, tandis que le gain en azote a été presque nul. Cependant les soins donnés au froment étaient les mêmes que ceux donnés au trèfle et aux pois.

Comme les plantes obtenues dans ces trois cultures ne présentaient aucune vigueur, et qu'il est parfaitement constaté que la richesse du terrain sur lequel lèvent les semences influe avantageusement sur les végétaux pendant toute leur période d'accroissement, que les végétaux aient été ou non transplantés, il était possible que les plantes chétives récoltées par M. Boussingault eussent mal accompli leurs fonctions dans l'atmosphère. Pour s'assurer de ce fait, on répéta les expériences sur des végétaux provenant d'un sol fertile, et repiqués dans du sable calciné. Voici les résultats obtenus :

	gr.		Carbone.	Hydrog.	Azote.	Oxygène.
Du trèfle bien venu, pesant avant son repiquage	0,884,	et contenant	0,384	0,048	0,033	0,419
a pesé après 63 jours de culture dans le sable	2,264	représentés par	1,200	0,145	0,056	0,863
Le gain avait donc été pendant la culture de	1,380	représentés par	0,816 +	0,097 +	0,023 +	0,444

(M. Boussingault.)

Le poids de l'azote que renfermait le trèfle avait donc doublé pendant la végétation dans le sable.

	gr.		Carbone.	Hydrog.	Azote.	Oxygène.
De l'avoine en tige pesant.	1,560,	et contenant	0,827	0,106	0,059	0,568
A pesé après 41 jours de culture dans l'eau distillée.	3,118	représentés par	1,500	0,193	0,053	1,372
Le gain avait donc été pendant la culture de	1,558	représentés par	0,673 +	0,087 —	0,006 +	0,804

(M. Boussingault.)

Digitized by Google

Cette expérience montre que loin d'avoir gagné de l'azote, l'avoine en a perdu au contraire une certaine quantité.

En résumé, on voit que dans la culture en vase clos, le trèfle et les pois se sont assimilé l'azote de l'air, tandis que le froment et l'avoine n'en ont pas absorbé une quantité sensible.

Ce résultat conduit à classer les végétaux en deux groupes distincts :

1° Végétaux qui absorbent l'azote de l'air, tels que les pois, le trèfle, les topinambours, et qui, pour cette raison, sont employés comme plantes améliorantes.

2° Végétaux qui empruntent l'azote aux engrais, tels que le froment, l'avoine, le colza, et qui exigent, pour donner des récoltes abondantes, un sol contenant une grande quantité d'engrais azotés.

L'état sous lequel l'azote est assimilé par les végétaux n'est pas encore connu. Plusieurs opinions, fondées sur de nombreuses expériences, ont été émises par divers observateurs. Les résultats étant souvent contradictoires, nous nous bornerons à les rapporter ici sans les juger.

OPINION DE TH. DE SAUSSURE.

Th. de Saussure reconnut le premier que l'azote peut être cédé aux plantes par l'ammoniaque qui existe dans l'atmosphère.

Cette opinion est soutenue dans le mémoire que l'illustre physicien a publié sur la végétation, et dont nous reproduisons ici textuellement un passage :

« Si l'azote est un être simple, s'il n'est pas un élément de l'eau, on doit être forcé de reconnaître que les plantes ne se l'assimilent que dans les extraits végétaux et animaux et dans les vapeurs ammoniacales ou d'autres composés solubles dans l'eau, qu'elles peuvent absorber dans le sol et dans l'atmosphère. On ne peut douter de la présence des vapeurs ammoniacales dans l'atmosphère, lorsqu'on voit que le sulfate d'alumine pur finit par se changer en sulfate ammoniacal d'alumine. »

Plusieurs chimistes se sont arrêtés aux opinions de Th. de Saussure.

OPINION DE M. LIEBIG.

M. Liebig admet en effet que c'est l'ammoniaque de l'atmosphère qui fournit l'azote aux végétaux, et il fonde son opinion sur les observations suivantes :

Lorsqu'on sème des graines dans du poussier de charbon arrosé avec de l'eau de pluie, elles germent et produisent des plantes vigoureuses. Il faut par conséquent que ces plantes aient reçu l'azote nécessaire à leur organisation, soit de l'air que l'eau de pluie tient en dissolution, soit de

Digitized by Google

l'ammoniaque qui s'y trouve toujours en certaine quantité. Or, on connaît le peu d'affinité de l'azote pour les corps autres que l'oxygène et l'hydrogène : il n'est donc pas probable que les matières végétales absorbent l'azote à l'état de liberté ; d'ailleurs, il est bien constaté que beaucoup de plantes exhalent l'azote qui pénètre dans leurs organes sous forme gazeuse ou en dissolution dans l'eau.

En donnant de l'extension aux expériences d'Hermbstoedt sur l'abondance et la richesse en azote des récoltes d'un terrain bien fumé, on voit que dans les céréales la quantité de gluten varie avec la proportion d'ammoniaque que les engrais placés aux racines dégagent par la putréfaction. Ce dernier fait prouve que l'ammoniaque provenant des engrais a cédé son azote aux végétaux, ou bien qu'elle a été assimilée sans décomposition.

Si les plantes cultivées dans un terrain contenant des engrais tirent leur azote du sol même où elles ont pris leur accroissement, tout végétal produit par un sol ne renfermant pas de principes azotés devra emprunter l'azote à l'ammoniaque de l'atmosphère. En effet, des expériences nombreuses ont établi que l'air atmosphérique est chargé de vapeurs de carbonate d'ammoniaque que l'eau de pluie amène toujours à la surface de la terre, où elles contribuent à l'entretien de la végétation.

La présence de l'ammoniaque dans les eaux de pluie, de source, de rivière et dans celles qui proviennent de la fonte des neiges au dégel, est facile à constater : il suffit d'additionner cette eau d'une petite quantité d'acide chlorhydrique, d'évaporer à sec et de chauffer légèrement le résidu, après l'avoir mélangé avec de la chaux vive en poudre ; une odeur ammoniacale prononcée se répand aussitôt.

Lorsqu'on soumet à l'analyse le suc de l'érable saccharifère, du bambou, de la betterave, les pleurs de la vigne, les eaux distillées des pharmacies, les feuilles de tabac fraîches, et une infinité d'autres plantes, on y trouve non pas de l'azote, mais de l'ammoniaque. Ces résultats démontrent clairement que pendant la végétation l'ammoniaque est absorbée sans décomposition.

A mesure que cette base pénètre avec la séve dans le végétal, elle se décompose et contribue à la formation des principes immédiats que les pousses, les bourgeons et les feuilles s'assimilent. Elle produit aussi sans doute l'acide nitrique que renferment certaines plantes, telles que le tabac, la bourrache, l'héliotrope, et qui paraît indispensable à leur développement.

Tels sont, d'après M. Liebig, l'origine et le rôle de l'azote dans les plantes.

Les recherches de cet habile chimiste ont été complétées par l'examen qu'il a fait de plusieurs engrais employés en agriculture. Il a reconnu :

1° Que parmi tous les engrais animaux, l'urine de l'homme, qui pro-

Digitized by Google

duit en se décomposant une grande quantité de carbonate d'ammoniaque, doit être placée au premier rang pour son efficacité ;

2° Que l'influence du plâtre si favorable à la végétation dépend de ce que le carbonate d'ammoniaque contenu dans l'atmosphère convertit le sulfate de chaux en sulfate d'ammoniaque, qui, dissous par l'eau de pluie, s'introduit dans les plantes et leur fournit l'ammoniaque nécessaire à leurs besoins ;

3° Que l'argile agit surtout en absorbant l'eau ammoniacale qu'elle abandonne ensuite aux plantes ;

4° Que le poussier de charbon est efficace, parce qu'il conserve les gaz qui s'introduisent dans ses pores, et qu'il les cède ensuite, par petites portions, aux végétaux.

OPINION DE M. BOUSSINGAULT.

Dans le but de reconnaître si les plantes s'assimilent l'azote de l'air, M. Boussingault a exécuté de nombreuses expériences, que nous décrirons ici.

Première série d'expériences, dont le résultat a été de prouver que les plantes qui prennent leur accroissement dans une atmosphère limitée n'absorbent pas l'azote de l'air.

Des graines sont mises à germer dans de la ponce calcinée, et placées ensuite sous la cloche d'un appareil dont l'atmosphère, privée d'ammoniaque, ne se renouvelle pas. Les graines lèvent et produisent des végétaux complets, portant feuilles, fleurs et semences ; mais la quantité d'azote que contiennent les plantes est égale à celle que renferment les graines : ce gaz n'est donc pas fixé pendant la végétation.

L'appareil employé se compose d'une cloche de verre de 35 litres de capacité, reposant par sa partie ouverte sur trois dés de porcelaine placés dans une cuvette à fond plat contenant de l'acide sulfurique étendu. La cloche recouvre un vase de cristal porté par un pied de verre et dans lequel se trouve une couche d'eau pure, ayant 2 centimètres de hauteur : ce vase doit recevoir le pot qui renferme la ponce ensemencée, afin que l'eau nécessaire à la plante lui arrive par imbibition. Deux tubes de verre, recourbés de manière à pénétrer dans la cloche par l'espace laissé entre son bord et le fond de la cuvette, amènent, l'un l'eau pure destinée à remplacer celle que les plantes absorbent, l'autre l'acide carbonique indispensable à la végétation ; ce dernier tube est muni d'un robinet qui permet de régler l'introduction du gaz acide carbonique.

La calcination de la ponce a lieu dans un creuset percé, dont on se sert ensuite comme d'un pot à fleurs pour semer les graines. On évite

Digitized by Google

ainsi de transvaser le sol factice, opération pendant laquelle des substances organiques peuvent être accidentellement mélangées à la ponce.

Le creuset-pot encore rouge est placé sur une rondelle de terre cuite également chaude ; le tout est recouvert d'une cloche. Le refroidissement s'opère par conséquent à l'abri de la poussière. Lorsque la température s'est suffisamment abaissée, la ponce est humectée d'eau distillée privée d'ammoniaque et tenant en suspension des cendres de fumier. On y plante ensuite la graine, puis on dépose le creuset-pot dans le vase de cristal.

La cloche de verre étant replacée sur les dés, toute communication entre son atmosphère et l'air ambiant se trouve interceptée; d'ailleurs si, par l'effet de la pression ou par suite d'un phénomène de diffusion, l'air extérieur entrait dans la cloche, il perdrait son ammoniaque et la poussière en traversant la liqueur acide.

Quand la graine a germé, et que les parties vertes se développent, on introduit dans la cloche plusieurs centièmes d'acide carbonique pur, afin que la plante puisse s'assimiler du carbone. Comme, pendant la durée de l'expérience, ce gaz disparaît par absorption et par diffusion, il faut de temps à autre en déterminer la proportion sur une petite quantité. Pour cela, on fait pénétrer dans la cloche l'extrémité d'un tube de verre convenablement recourbé et muni d'un robinet; puis, après avoir engagé l'autre extrémité du tube sous une éprouvette graduée remplie de mercure, on ouvre un moment le robinet, afin qu'une portion de l'air de la cloche se rende dans l'éprouvette. Cet air, ainsi enlevé à l'appareil, est agité avec une dissolution de potasse, qui absorbe l'acide carbonique : la diminution de volume qui a lieu indique la proportion d'acide carbonique existant dans la cloche. Du reste, la latitude est grande, car la végétation s'accomplit tout aussi bien, que l'atmosphère renferme 1 centième ou 8 centièmes d'acide carbonique : cette dernière proportion n'a jamais été dépassée dans les expériences de M. Boussingault.

Après trois mois de végétation environ, les plantes sont retirées du creuset-pot, séchées et soumises à l'analyse, dont les résultats doivent montrer s'il y a eu assimilation d'azote.

Il est indispensable, dans cette analyse, d'opérer le dosage de l'azote sur la plante entière, parce que quelque soin qu'on ait pris pour diviser et mélanger les différentes parties du végétal, il peut se faire que l'on agisse seulement sur une fraction ne représentant pas la constitution de l'ensemble. L'erreur alors se trouve multipliée par 3, 4, 10, 100, etc., selon qu'on a analysé le tiers, le quart, le dixième, le centième, etc. de la plante récoltée, et l'on arrive à un résultat erroné. De plus, il faut doser l'azote du sol, qui peut retenir des débris de la plante, et celui renfermé dans le creuset-pot, qui, à cause de sa porosité, peut avoir

Digitized by Google

absorbé de l'eau chargée de matière organique azotée. Lorsque ces diverses opérations ont été exécutées avec les précautions indiquées, elles donnent des résultats exacts.

Nous présentons ici les nombres obtenus par M. Boussingault dans la végétation des haricots et de l'avoine.

Végétation d'un haricot nain pendant deux mois.

Azote contenu dans la graine			gr. 0,0349
Azote contenu	dans la plante récoltée	gr. 0,0290	
	dans le sol	0,0033	
	dans le creuset-pot	0,0017	
Total		0,0340	0,0340
Perte en azote pendant la végétation			0,0009

Végétation d'un haricot flageolet pendant trois mois.

Azote contenu dans la graine			gr. 0,0210
Azote contenu	dans la plante récoltée	gr. 0,0176	
	dans le sol	0,0003	
	dans le creuset-pot	0,0010	
Total		0,0189	0,0189
Perte en azote pendant la culture			0,0021

Végétation d'un haricot flageolet pendant trois mois.

Azote contenu dans la graine			gr. 0,0245
Azote contenu	dans la plante récoltée	gr. 0,0191	
	dans le sol	0,0029	
	dans le creuset-pot	0,0006	
Total		0,0226	0,0226
Perte en azote pendant la culture			0,0019

Végétation de l'avoine pendant deux mois.

Azote contenu dans la graine			gr. 0,0078
Azote contenu	dans la plante récoltée	gr. 0,0056	
	dans le sol	0,0011	
	dans le creuset-pot	»	
Total		0,0067	0,0067
Perte en azote pendant la culture			0,0011

Digitized by Google

Végétation de l'avoine pendant deux mois et demi.

Azote contenu dans la graine			gr. 0,0031
Azote contenu	dans la plante récoltée. .	gr. 0,0025	
	dans le sol.	0,0005	
	dans le creuset-pot . . .	»	
Total		0,0030	0,0030
Perte en azote pendant la végétation.			0,0001

Conclusion.

Il n'y a pas eu d'azote fixé pendant la végétation.

M. Boussingault modifie alors son appareil; la ponce, préalablement chauffée au rouge et refroidie sous une cloche, est additionnée de cendres provenant de la calcination de fumier de ferme et de graines de même espèce que celles soumises à l'expérience. Le mélange est humecté d'eau pure, et introduit dans un ballon de 80 litres de capacité, que l'on ferme aussitôt avec un bouchon enduit de cire. Quarante-huit heures après ces préparatifs, le bouchon est enlevé, une certaine quantité d'eau pure est versée doucement sur la ponce, et la graine est plantée à l'aide d'un tube de verre. Lorsque les parties vertes se sont suffisamment développées, on substitue au bouchon un ballon de 7 ou 8 litres rempli d'acide carbonique pur et sec, et dont le col légèrement conique s'adapte exactement à l'ouverture du premier ballon. L'appareil ainsi disposé est enterré à une profondeur de 1 décimètre, afin de lui donner de la stabilité et d'éviter que les racines ne s'échauffent au soleil.

« Les avantages de cette nouvelle disposition sont évidentes, dit M. Boussingault : car, en supposant, comme cela est vraisemblable, qu'il soit impossible de priver complétement d'ammoniaque ou de poussière de nature organique, l'eau, le sol et l'air que l'on fait intervenir, les causes d'erreur restent limitées à ce qu'elles sont au commencement de l'expérience, puisque, dans le cas le plus général, on ne renouvelle aucun de ces agents ; il n'est plus nécessaire de remplacer l'eau qui aurait été dissipée par l'évaporation, la végétation s'accomplit dans la même atmosphère où la graine a germé, et dans un sol perméable constamment humide, bien qu'il soit dans la condition d'un terrain graissé.

» Quand une expérience est terminée, on retire la plante du ballon au moyen d'un gros fil de laiton ayant à son extrémité une fourche redressée, dont on engage les dents sous les aisselles des pétioles. La ponce est ensuite versée dans une grande capsule de porcelaine, et, après avoir

Digitized by Google

enlevé le plus promptement possible les débris de la plante qui s'y trouvent mêlés, on dessèche pour procéder au dosage de l'azote. »

Cet appareil a servi à exécuter plusieurs expériences dont voici les résultats :

Végétation des lupins pendant six semaines.

Azote contenu dans la graine			gr. 0,0480
Azote contenu	dans la plante récoltée	gr. 0,0476	
	dans le sol	0,0007	
	dans le creuset-pot	»	
Total		0,0483	0,0483
Gain pendant la végétation			0,0003

Végétation du lupin pendant deux mois.

Azote contenu dans la graine			gr. 0,1282
Azote contenu	dans la plante récoltée	gr. 0,0827	
	dans le sol	0,0419	
Total		0,1246	0,1246
Perte en azote pendant la végétation			0,0036

Végétation du lupin pendant sept semaines.

Azote contenu dans la plante			gr. 0,0349
Azote contenu	dans la graine récoltée	gr. 0,0319	
	dans le sol	0,0020	
Total		0,0339	0,0339
Perte en azote pendant la végétation			0,0010

Végétation du lupin pendant six semaines.

Azote contenu dans la graine			gr. 0,0200
Azote contenu	dans la plante récoltée	gr. 0,0199	
	dans le sol	0,0005	
Total		0,0204	0,0204
Gain en azote			0,0004

Digitized by Google

Végétation du lupin pendant six semaines.

Azote contenu dans la graine.			gr. 0,0399
Azote contenu	dans la partie récoltée. .	gr. 0,0369	
	dans le sol.	0,0028	
Total		0,0397	0,0397
Perte en azote pendant la végétation.			0,0002

Végétation d'un haricot nain pendant deux mois.

Azote contenu dans la graine.			gr. 0,02980
Azote contenu	dans la plante récoltée. .	gr. 0,02363	
	dans le sol.	0,00408	
Total		0,02771	0,02771
Perte en azote pendant la culture			0,00209

Conclusion.

Il n'y a pas eu de quantités sensibles d'azote fixées pendant la végétation.

Deuxième série d'expériences, ayant eu pour résultat de prouver que la végétation s'accomplit normalement dans une atmosphère limitée, pourvu que le sol renferme tous les éléments nécessaires à l'organisation des plantes.

Les plantes obtenues dans les expériences précédentes étaient loin de présenter la force et les dimensions ordinaires. Comme les matières minérales assimilables leur avaient été données en abondance, l'exiguïté de ces plantes était sans doute le résultat de l'exclusion des engrais azotés. Pour s'en assurer, M. Boussingault plaça des graines de cresson dans une même quantité (3 kilogrammes) de terre végétale, laissant les unes végéter à l'air libre, et recouvrant les autres d'une cloche renfermant de l'air mélangé avec une certaine quantité d'acide carbonique. De part et d'autre l'accroissement fut le même, dans des temps égaux ; ce qui prouvait que la végétation peut être normale en vase clos, lorsque le sol contient les substances organiques azotées et les matières minérales assimilables.

Troisième série d'expériences, ayant eu pour résultat de prouver que la présence d'un engrais dans le sol ne favorise pas l'absorption de l'azote contenu dans l'atmosphère limitée où la végétation s'accomplit.

Première expérience. — Cette expérience a été faite sous une petite

Digitized by Google

cloche de 5 litres de capacité. L'espace réservé aux graines était insuffisant pour que les plantes pussent se développer, de telle sorte que plusieurs d'entre elles devaient cesser de végéter au bout de peu de temps, et agir alors comme engrais sur les plantes survivantes. On a formé alors deux lots de 13 graines de cresson alénois, pesant chacun 0gr,0335. L'un des lots a été semé dans du sable calciné que l'on a placé sous la cloche, l'autre a été réservé pour l'analyse.

Les 13 graines semées lèvent; mais à peine leurs tiges ont-elles atteint la hauteur de 3 ou 4 centimètres, qu'elles fléchissent, s'affaissent et cessent de végéter. Trois plants seulement résistent, et prennent alors un accroissement rapide. Au bout de 105 jours, on arrête l'expérience : le cresson récolté pèse 0gr,065; il renferme donc environ 10 fois autant de matière organique que les trois graines qui l'ont produit.

	gr.	
L'azote des treize graines mises en réserve est trouvé égal à	0,00135	
Les trois graines qui ont germé n'en devaient contenir que.	0,00031	
Le cresson récolté renferme en azote, d'après l'analyse.	0,00101	
Le gain a donc été.	0,00070	0,00070
Le sol a dû renfermer l'azote des dix graines qui ont péri, c'est-à-dire.	0,00104	
Or, on a trouvé qu'il n'en contenait après l'expérience que.	0,00033	
Il en a donc perdu	0,00071	0,00071

Cette perte étant sensiblement égale au gain en azote des plants récoltés, on peut en conclure qu'il n'y a pas eu absorption de l'azote atmosphérique.

Deuxième expérience. — Une seconde expérience est répétée dans le ballon de 80 litres, en prenant les mêmes soins : la ponce calcinée est mélangée avec des cendres provenant du fumier de ferme et de l'incinération de 20 graines de lupin.

8 graines de même nature, auxquelles on a enlevé la faculté de germer en les plongeant dans l'eau bouillante, sont introduites, comme engrais, dans le sol : ces huit graines contiennent 0gr,1462 d'azote. Pour éviter toute perte, l'eau qui a servi à détruire le germe est jetée sur la ponce. On sème alors des graines de lupin contenant 0gr,0365 d'azote; la végétation accomplit toutes ses phases. Au bout de cinq mois l'expérience est arrêtée; l'azote des plantes récoltées et celui du sol sont dosés. La somme des nombres obtenus dans ce dosage est inférieure à celle qui représente à la fois l'azote des graines semées et celui des graines employées comme engrais. Il n'y a donc pas eu fixation d'azote.

Digitized by Google

	gr.	
Azote des graines semées	0,0365	
Azote des graines employées comme engrais	0,1462	
Total	0,1827	0,1827
Azote des plantes récoltées	0,1165	
Azote du sol	0,0532	
Total	0,1697	0,1697
Perte en azote pendant la végétation		0,0130

M. Boussingault conclut donc de ces deux dernières expériences que les graines mortes, agissant comme engrais, ne déterminent pas l'assimilation de l'azote de l'air pendant la végétation.

Quatrième série d'expériences, dont le résultat a été de prouver qu'il n'y a pas fixation d'azote par les plantes qui végètent à l'air libre et dans un sol privé d'engrais azotés.

Dans ces expériences, les graines, placées dans un sol formé de pierre ponce calcinée et de cendres, et humecté d'eau pure, se sont développées dans une cage vitrée de 124 litres de capacité.

La cage était formée de glaces fixées sur des châssis de fer verni, et scellées à demeure sur un socle de marbre. Un aspirateur faisait passer dans cette cage un courant d'air débarrassé d'ammoniaque en traversant des tubes remplis de ponce sulfurique. L'acide carbonique nécessaire à la végétation était fourni par un flacon dont la disposition permettait de régulariser l'arrivée du gaz dans la cage. Pour éviter que les feuilles qui auraient pu tomber cédassent de l'azote au sol, on les enlevait par une ouverture ménagée à la cage. Enfin les cendres mêlées à la ponce avaient été essayées pour déterminer si elles renfermaient de l'azote.

Voici les résultats obtenus dans la végétation de plusieurs plantes.

Végétation du lupin pendant deux mois et demi.

		gr.	gr.
Azote contenu dans la graine			0,0196
Azote contenu	dans la plante récoltée	0,0170	
	dans le sol	0,0017	
Total		0,0187	0,0187
Perte en azote pendant la culture			0,0009

Digitized by Google

Végétation d'un haricot nain pendant deux mois et demi.

Azote contenu dans la graine.			gr. 0,0322
Azote contenu	dans la plante récoltée. .	gr. 0,0284	
	dans le sol.	0,0041	
Total		0,0325	0,0325
Gain en azote			0,0003

Végétation d'un haricot nain pendant trois mois.

Azote contenu dans la graine.			gr. 0,0335
Azote contenu	dans la plante récoltée. .	gr. 0,0330	
	dans le sol.	0,0011	
Total		0,0341	0,0341
Gain en azote pendant la culture.			0,0006

Végétation d'un haricot nain pendant trois mois et demi.

Azote contenu dans la graine.			gr. 0,0339
Azote contenu	dans la plante récoltée. .	gr. 0,0281	
	dans le sol.	0,0048	
Total		0,0329	0,0329
Perte en azote pendant la culture			0,0010

Végétation de deux haricots nains pendant trois mois et une semaine.

Azote dans la graine.			gr. 0,0676
Azote contenu	dans la plante récoltée. .	gr. 0,0589	
	dans le sol.	0,0077	
Total		0,0666	0,0666
Perte en azote pendant la culture			0,0010

Conclusion.

Il n'y a pas eu d'azote fixé pendant la végétation.

Digitized by Google

Expérience ayant eu pour résultat de prouver que dans la végétation à l'air libre, la présence d'un engrais dans le sol ne détermine pas l'absorption de l'azote de l'air.

	gr.
Un lupin, contenant en azote	0,0180
Est planté dans de la ponce calcinée, renfermant 0gr,05 de cendres mixtes, 1 gramme de cendres lavées, et comme engrais un lupin dont on avait détruit la faculté germinatrice, et qui contenait en azote.	0,0175
Total	0,0355
La plante végète dans la cage pendant un mois : on la soumet à l'analyse, qui prouve qu'elle renferme en azote.	0,0302
L'azote du sol est recherché ; on en trouve.	0,0032
Total	0,0334
Si l'on retranche cette somme de celle formée par l'azote de la graine semée et celui de l'engrais. . .	0,0355 0,0334
On voit qu'il y a une perte en azote égale à.	0,0021

La graine morte, en agissant comme engrais, n'a donc pas déterminé l'absorption de l'azote atmosphérique pendant la végétation à l'air libre.

Cinquième série d'expériences, ayant pour but de faire connaître la quantité d'azote que les plantes peuvent prendre à l'air en végétant à l'abri de la pluie.

Dans cette série d'expériences, rien n'a été changé aux dispositions adoptées pour le sol et l'eau. Les graines ont été placées dans du sable ou de la ponce calcinée, et arrosées avec de l'eau pure. On a ensuite introduit les pots, contenant le sol ensemencé, sous une cage vitrée reposant par son bord sur des dés de liége que supportait une table de marbre. Une ouverture ménagée à la partie supérieure de la cage laissait un courant d'air s'établir dans l'intérieur : l'air se renouvelait donc facilement, ce qui rendait les conditions de cette végétation aussi identiques que possible avec celles de la végétation ordinaire, excepté cependant l'accès de l'eau de pluie sur la plante. Pour éviter l'action de l'ammoniaque que dégage le sol, l'appareil a été disposé sur une terrasse élevée de 10 mètres. Chaque soir, ou au moment des pluies d'orage, les dés de liége ont été enlevés, afin que le vent ne fît pas tomber les feuilles, ou pour éviter que la pluie ne pénétrât dans la cage.

Digitized by Google

Voici les résultats obtenus dans plusieurs végétations :

Végétation d'un haricot nain pendant trois mois et demi.

Azote contenu dans la graine.			gr. 0,0349
Azote contenu	dans la plante récoltée. .	gr. 0,0321	
	dans le sol.	0,0059	
Total.		0,0380	0,0380
Gain en azote pendant la culture			0,0031

Végétation d'un haricot flageolet pendant trois mois.

Azote contenu dans la graine.			gr. 0,0213
Azote contenu	dans la plante récoltée. .	gr. 0,0186	
	dans le sol.	0,0052	
Total		0,0238	0,0238
Gain en azote pendant la culture			0,0025

Végétation de l'avoine pendant trois mois et demi.

Azote contenu dans la graine.			gr 0,0031
Azote contenu	dans la plante récoltée. .	gr. 0,0031	
	dans le sol.	0,0010	
Total		0,0041	0,0041
Gain en azote pendant la culture.			0,0010

Végétation d'un lupin pendant trois mois.

Azote contenu dans la graine.			gr. 0,0214
Azote contenu	dans la plante récoltée. .	gr. 0,0205	
	dans le sol.	0,0030	
	dans le creuset-pot . . .	0,0021	
Total		0,0256	0,0256
Gain en azote pendant la culture.			0,0042

Digitized by Google

Végétation du froment pendant trois mois et demi.

Azote contenu dans la graine			gr. 0,0064
Azote contenu	dans la plante récoltée	gr. 0,0056	
	dans le sol	0,0014	
	dans le creuset-pot	0,0005	
Total		0,0075	0,0075
Gain en azote pendant la culture			0,0011

Végétation d'un lupin pendant deux mois et trois semaines.

Azote contenu dans la graine			gr. 0,0199
Azote contenu	dans la plante récoltée	gr. 0,0179	
	dans le sol	0,0050	
Total		0,0229	0,0229
Gain en azote pendant la culture			0,0030

Végétation d'un lupin pendant deux mois.

Azote contenu dans la graine			gr. 0,0367
Azote contenu	dans la plante récoltée	gr. 0,0318	
	dans le sol	0,0069	
Total		0,0387	0,0387
Gain en azote pendant la culture			0,0020

Végétation d'un haricot nain pendant deux mois et demi.

Azote contenu dans la graine			gr. 0,0318
Azote contenu	dans la plante récoltée	gr. 0,0287	
	dans le sol	0,0063	
Total		0,0350	0,0350
Gain en azote pendant la culture			0,0032

Digitized by Google

Végétation du cresson alénois pendant deux mois.

Azote contenu dans la graine			gr. 0,0259
Azote contenu	dans la plante récoltée. .	gr. 0,0190	
	dans le sol.	0,0082	
Total		0,0272	0,0272
Gain en azote pendant la culture			0,0013

Végétation d'un haricot nain pendant deux mois et demi.

Azote contenu dans la graine.			gr. 0,0293
Azote contenu	dans la plante récoltée. .	gr. 0,0233	
	dans le sol.	0,0037	
Total		0,0270	0,0270
Perte en azote pendant la culture.			0,0023

M. Boussingault n'a pas déterminé si l'azote fixé par les plantes dans ces expériences provient du carbonate d'ammoniaque ou des corpuscules organisés tenus en suspension dans l'atmosphère ; mais en constatant le peu de vigueur de ces plantes, il a cru reconnaître que cette faiblesse dans le développement provient de l'insuffisance de la matière azotée. Toutes les fois, en effet, qu'une substance azotée a été introduite dans le sol, soit par le fait d'une graine morte, soit parce qu'on arrosait avec de l'eau contenant encore de l'ammoniaque, les végétaux soumis à l'expérience se sont accrus avec rapidité. Mais puisque, d'après les expériences précédentes, l'azote est fourni aux plantes par les engrais, lorsqu'une graine, d'un poids très faible, lève dans un sol privé de matière azotée, son accroissement ne doit pas tarder à s'arrêter. Si l'on place, en effet, des graines extrêmement petites dans du sable calciné, les tiges des plantes produites atteindront au bout de quelque temps une dimension qui ne variera plus.

« Cet arrêt de tout accroissement ultérieur dans l'organisme, après la germination, quand la graine, privée d'engrais, n'est formée que d'une quantité de matière pour ainsi dire impondérable, offre peut-être, dit M. Boussingault, la preuve la plus frappante, par cela seul qu'elle est plus facile à acquérir, que l'azote qui est à l'état gazeux dans l'atmosphère n'est pas directement assimilable par les plantes. »

Digitized by Google

Dans ces derniers temps, M. Bineau a reconnu que l'eau de pluie, mise en contact avec les algues, perd rapidement toute son ammoniaque, et que les algues ont même la propriété de décomposer les azotates pour s'assimiler leur azote, soit à l'état libre, soit après qu'il a été transformé en ammoniaque.

OPINION DE M. KUHLMANN.

D'après M. Kuhlmann, les azotates répandus sur des récoltes augmentent notablement leur produit. Ce chimiste pense que l'azote des azotates est ordinairement assimilé par les plantes, après avoir été transformé en ammoniaque par l'action désoxygénante de la fermentation putride.

OPINION DE M. VILLE.

Dans ces dernières années, M. Ville a entrepris des recherches étendues sur l'origine de l'azote dans les végétaux. Les expériences de ce chimiste l'ont conduit à admettre que l'azote des plantes ne provient pas seulement de l'ammoniaque fournie par les engrais, l'atmosphère et les eaux, mais encore de l'azote libre de l'air.

Nous empruntons au rapport remarquable que M. Chevreul a publié sur les travaux de M. Ville quelques-uns des résultats obtenus par ce chimiste dans ses expériences sur l'assimilation de l'azote par les plantes.

Lorsqu'on cultive des végétaux dans une atmosphère stagnante, on reconnaît, comme l'a démontré M. Boussingault, « que la quantité d'azote des récoltes ne représente au plus que l'azote des semences.

» Mais quand on opère le développement des semences dans une cage vitrée plus ou moins grande, où l'air, privé d'ammoniaque, se renouvelle lentement après avoir reçu 2 volumes de gaz acide carbonique environ pour 98 volumes d'air, le résultat diffère tout à fait du précédent, car, dans le premier cas, le poids de la semence étant 1, celui de la récolte séchée est exprimé par 1, 4 ; 3, 1 ; tandis que dans le second il peut l'être par 40 et plus. »

Voici par quelle expérience M. Ville a été conduit à ces dernières conclusions.

« Une cage de verre de 150 litres de capacité reçut des pots de terre cuite, percés de trous. Le fond de chacun de ces pots était garni de gros fragments de brique recouverts d'une couche de sable d'Etampes, faute de sable de Fontainebleau qui est le plus convenable à l'expérience.

» Dans ce sable, on mit un nombre déterminé de graines de cresson. Les pots étaient placés au-dessus d'une couche d'eau qui, par capillarité, pénétrait le sable.

» La cage de verre communiquait d'une part avec un aspirateur de 500 litres, et d'une autre part avec l'air de l'atmosphère et un réservoir de

Digitized by Google

gaz acide carbonique. Mais l'air n'arrivait pas directement dans la cage, il passait dans deux flacons remplis d'acide sulfurique concentré, puis dans deux flacons remplis de ponce imprégnée d'acide sulfurique concentré, enfin dans deux flacons de carbonate de soude. C'est à sa sortie de ces flacons qu'il recevait 2 volumes de gaz acide carbonique pour 98 volumes d'air.

» L'air en vingt-quatre heures se renouvelait huit fois dans l'appareil.

» L'eau distillée dont le sable était humecté fut essayée avant et après l'expérience.

» Les pots, les fragments de brique et le sable, après avoir été rougis, subirent un examen avant d'être introduits dans la cloche, afin de savoir s'ils contenaient de l'ammoniaque. 40 grammes chauffés avec la chaux sodée n'en donnèrent pas sensiblement à l'acide sulfurique dilué normal. »

Enfin on ajouta au sable des cendres de graines de cresson.

Première expérience.

4 *août*. — On mit dans la cage vitrée trois pots : un grand, n° 1, et deux autres petits, n°s 2 et 3.

Le n° 1, outre les fragments de brique qui étaient au fond, reçut 2000 grammes de sable d'Étampes et 6 grammes de cendres de cresson. On y sema 158 graines de cresson, pesant 0gr,319, et représentant 0gr,0099 d'azote.

Le n° 2, disposé comme le précédent, reçut 500 grammes de sable et 2 grammes de cendres. On y sema 60 graines de cresson pesant 0gr,124, et représentant 0gr,0038 d'azote.

Le n° 3, disposé comme les précédents, reçut 500 grammes de sable et 2 grammes de cendres. On y sema 60 graines de cresson, pesant 0gr,1275 et représentant 0gr,0039 d'azote.

7 *août*. — Germination d'un grand nombre de grains.

Tous les deux jours environ l'eau de la cage est enlevée, mise à part, et remplacée par de nouvelle eau distillée.

Enfin le 13 septembre, on renouvelle l'eau pour la dixième et dernière fois.

Plantes du n° 1, végétation manquée ; — plantes du n° 2, floraison très belle ; — plantes du n° 3, floraison médiocre.

14 *septembre*. — Plantes du n° 1, quelques fleurs ; — plantes du n° 2, les graines commencent à se former ; — plantes du n° 3, floraison assez générale.

8 *octobre*. — La végétation est à sa fin dans les plantes les mieux venues.

12 *octobre*. — On met fin à l'expérience.

Digitized by Google

Résultats de l'expérience.

Récolte du pot n° 1. — Cette récolte était très inégale : une plante avait 1 décimètre de hauteur avec deux graines, tandis que la grandeur des autres plantes n'était que de 2 à 4 centimètres.

Les racines, en s'échappant dans l'eau par les trous du pot, s'y étaient excessivement ramifiées en formant ce qu'on appelle la queue de renard.

La récolte, séchée dans le vide sec, pesait 2gr,242; elle représentait 0gr,0097 d'azote.

Or, comme les semences en contenaient 0gr,0099, on doit en conclure qu'il n'y a pas eu d'azote fixé dans les plantes, sauf celui des semences.

Ce résultat est remarquable en ce que le poids des semences étant 1, celui de la récolte sèche est représenté par 7.

Récolte du pot n° 2. — Cette récolte était plus uniforme et bien plus belle que la précédente.

Séchée dans le vide, elle pesait 6gr,021 ; le poids de la semence étant 1, celui de la récolte sèche était donc 48,5.

	gr.
La récolte contenait.	0,0530 d'azote.
Et les semences	0,0038
	0,0492

Il s'ensuit que les plantes avaient gagné 0gr,0492 d'azote.

Récolte du n° 3. — Cette récolte, quoique supérieure à celle du n° 1, était bien inférieure à la récolte du n° 2. En effet, séchée dans le vide, elle pesait 1gr,506; conséquemment le poids de la semence étant 1, celui de la récolte était 12.

	gr.
La récolte contenait.	0,0110 d'azote.
Et les semences.	0,0039
	0,0071

Il s'ensuit que les plantes avaient gagné 0gr,0071 d'azote.

Nous rappelons qu'avant l'expérience les pots, les briques et le sable d'Étampes avaient été rougis au feu, et qu'on s'était assuré, avant de les introduire dans la cage vitrée et dans la cloche, qu'ils ne contenaient pas d'ammoniaque, du moins en chauffant 40 grammes de chacune de ces matières dans un tube avec de la chaux sodée et en recevant le produit dans de l'acide sulfurique dilué normal.

Toutes les eaux qui avaient séjourné dans la cage vitrée, réunies, représentaient 60 litres.

On avait mis en réserve une quantité notable de l'eau distillée qui de-

Digitized by Google

vait servir à l'expérience, afin d'examiner comparativement et en même temps, après l'expérience, ces deux portions d'eau, et de doser l'azote qui s'y trouvait.

Voici les nombres obtenus dans deux dosages :

	gr.
Azote de l'eau distillée après l'expérience	0,00130
Azote de l'eau distillée avant l'expérience	0,00066
Excès d'azote dans l'eau de la cage vitrée.	0,00064
Azote de l'eau distillée après l'expérience.	0,000520
Azote de l'eau distillée avant l'expérience.	0,000087
Excès d'azote dans l'eau de la cage vitrée.	0,000433

La récolte se trouvant plus riche en azote que les semences, et l'eau contenant plus d'ammoniaque après qu'avant d'avoir séjourné dans la cage, M. Ville conclut qu'il y a eu absorption de l'azote de l'air.

L'observation suivante, due à M. Cloez, peut du reste exercer une grande influence sur les résultats obtenus dans les expériences précédentes.

Quand, sous l'influence des rayons du soleil, on fait passer de l'air sur des corps poreux et imbibés d'une dissolution de potasse, il se forme de l'acide azotique : il est donc possible que le sable humecté qui sert de support aux plantes de la cage vitrée convertisse l'azote de l'air en acide azotique, et que cet acide soit alors absorbé à l'état de combinaison.

ASSIMILATION DES MATIÈRES INORGANIQUES.

Les plantes ne sont pas formées exclusivement d'éléments organiques. Elles contiennent en outre des matières inorganiques qui sont indispensables à leur développement. On sait, en effet, qu'une plante qu'on brûle laisse toujours une certaine quantité de cendres qui sont formées par des matières inorganiques.

La quantité de cendres n'est pas constante non-seulement pour des végétaux différents, mais encore pour des végétaux d'une même espèce, et même pour les diverses parties d'un même végétal. Ainsi les plantes herbacées donnent plus de cendres que les végétaux ligneux. Deux arbres d'espèce semblable, provenant de sols différents, ne donneront pas la même quantité de cendres, et, dans un même arbre, le tronc donne plus de cendres que les branches, qui en fournissent moins que les feuilles. (Kirwan et Pertuis.)

Digitized by Google

Quantités de cendres laissées par des végétaux d'espèces différentes.

Désignation des végétaux.	Cendres.
Foin.	0,0370 pour 100 de plante sèche.
Luzerne.	0,0890
Mûrier.	0,0023
Pin	0,0076
Pommes de terre (fanes) . .	0,0300
Vesce à feuilles pictées. . . .	0,1140
Salicornia herbacea.	0,0094

(M. BERTHIER.)

Désignation des plantes.	Cendres.
Fève (plante et graines)	0,066 pour 100 de plante sèche (1).
Fève (plante séparée des graines).	0,115
Pois portant graines.	0,081
Maïs séparé des graines.	0,084
Tournesol portant graines.	0,093

(TH. DE SAUSSURE.)

Quantités de cendres laissées par les différentes parties d'un même végétal.

PARTIES des PLANTES.	NOMS DES PLANTES.				
	CHÊNE.	PEUPLIER.	MURIER.	PIN.	VIGNE.
Bois	»	»	0,007	0,0076	0,0389
Écorce du bois. . . .	0,0600	»	»	»	»
Tronc	0,0020	0,0080	»	»	»
Écorce du tronc . . .	0,0600	0,0072	0,089	»	»
Branches écorcées . .	0,0040	»	»	»	»
Écorce des branches.	0,0600	»	»	»	»
Liber.	0,0073	»	0,088	»	»
Aubier.	0,0004	»	0,013	»	»
Feuilles	0,0053	0,0660	»	0,283	»
Fruits	»	»	»	»	0,0042
	Th. de Saussure	Th. de Saussure	T. de Saussure	M. Berthier.	M. Crasso.

(1) Ces plantes ont été desséchées à 25°.

Digitized by Google

TABLEAU DES QUANTITÉS DE CENDRES LAISSÉES PAR LES DIFFÉRENTES PARTIES DES VÉGÉTAUX.

RACINES ET TUBERCULES.	PLANTES ENTIÈRES.	BOIS.	TIGES.	PAILLES.	FEUILLES.	FRUITS.	GRAINES.
Garance . . . 0,0732	Acore. . . . 0,0690	Arbre de Judée 0,0170	Asperges mortes. . . 0,0330	Avoine . . . 0,0051	Chêne . . . *0,0530	Châtaignier (tr. écorcé). 0,0090	Avoine . . . *0,0310
Oignons . . . 0,0500	Canée. . . . 0,5100	Aune 0,0040	Giraumonts . 0,1534	Foin de Nonville. . . . 0,0037	Chêne . . . *0,0550	Marronnier . *0,0340	Avoine . . . 0,0400
Navets. . . . 0,0761	Centaurée bleue . . . 0,0732	Bois noir . . 0,0149	Haricots du Canada . . 0,0744	Foin de Nemours. . . 0,0537	Maïs à bec . 0,0330	Noyer. . . . 0,0066	Chènevis . . 0,0530
Pom. de terre (racines) . . 0,0800	Ciguë. . . . 0,1280	Bouleau. . . 0,0100	Luzerne d'Orange . . . 0,0550	Foin 0,0020	Marronnier d'Inde. . . 0,0700	Pomme de pin. . . . 0,00229	Froment . . 0,0240
Pom. de terre (tubercules) . 0,0080	Digitale pourpréc. . . . 0,1189	Buis 0,0036	Lin de Nemours. . . 0,0410	Foin 0,0600	Marronnier . *0,0720	Raisin noir. 0,00468	Haricots du pays. . . . 0,0343
Pom. de terre (tubercules) . 0,0400	Éclaire . . . 0,0685	Chêne (écorcé) 0,0600	Maïs à bec . 0,0410	Foin 0,0620	Marronnier . *0,0840	Raisin blanc 0,00364	Haricots flageolets. . . 0,0310
Topinambours 0,0600	Épinards . . 0,1976	Faux ébénier 0,0125	Millet à épis. 0,0705	Foin de trèfle 0,0770	Mûrier l'hou. 0,1400		Haricots de Soissons. . 0,0330
Topinambours 0,0140	Fèves en fleurs . . . *0,1220	Mûrier Moretti. . . . 0,0230	Millet de Hongrie. . 0,0600	Foin de prairie. 0,0900	Mûrier . . . 0,1510		Haricots du Canada . . 0,0300
Betteraves . . 0,0630	Garance. . . 0,1400	Mûrier d'Espagne . . . *0,0070	Pavot de Nemours. . . 0,1250	Foin (regain du foin de prairie) . . 0,1000	Noyer. . . . 0,1350		Haric. noirs. 0,0310
	Ivraie. . . . 0,0813	Mûrier blanc 0,0160	Pois prince Albert. . . 0,0870	Froment . . 0,0440	Peuplier . . *0,0660		Har. rouges (cotylédons) 0,0280
	Matricaire. . 0,0851	Noisetier . . 0,0157	Pom. de terre (fanes). . . 0,1300	Froment . . 0,0527	Peuplier . . *0,0930		Lin. 0,0370
	Nielle. . . . 0,1320	Peuplier. . . *0,0080	Topinambours (tig. jeunes) 0,0980	Orge *0,0420	Peuplier suisse . . . 0,1400		Maïs à bec . 0,0150
	Pois en fleurs *0,0950	Pin de Bordeaux . . . 0,0076	Topinambours (tig. vieilles) 0,0700	Pois 0,1130	Pin (feuilles vertes). . . 0,0283		Maïs de Nemours. . . 0,0170
	Roseau . . . 0,0445	Pin. *0,0150	Topinambours (t. ligneuses) 0,0280	Sarrasin. . . 0,0414	Pin (feuilles mortes. . . 0,0228		Millet à épis. 0,0300
	Salicornia herbacea. . 0,0940	Sainte-Lucie 0,0160	Vigne. . . . 0,0389	Seigle. . . . 0,0360	Pin du Jura. *0,0290		Millet de Hongrie. . 0,0280
	Tournesol. . *0,1370	Sapin. . . . 0,0083		Seigle. . . . 0,0400	Pin de Brocken *0,0290		Orge 0,0180
	Trèfle. . . . 0,1110	Sureau à grappes . . 0,0164			Platane (feuilles mortes). 0,0660		Orge perlé . 0,0060
	Ulve digitée. 0,2040	Tilleul . . . 0,0500			Vigne (feuilles vivantes). . 0,0840		Pois verts. . 0,0270
	Varec dentelé 0,1503	Vigne. . . . 0,0590			Vigne (feuilles mortes) . . 0,1134		Riz des Indes 0,0050
	Varec à nœuds. . . 0,1526						Riz de la Caroline décortiqué . . 0,0035
	Varec vésiculaire. . . 0,1499						Sésame. . . 0,0350
	Vesces . . . 0,0101						

N. B. Les astérisques indiquent que les plantes ou leurs parties n'ont été desséchées qu'à 25°. Les autres plantes ont été desséchées à une température plus élevée, qui a été souvent de 110°.

Digitized by Google

Les cendres contiennent ordinairement des chlorures alcalins, des phosphates terreux et métalliques, de la chaux et de la magnésie caustique ou carbonatée, suivant le degré de calcination des cendres, des silicates et des oxydes de fer et de manganèse.

Ces substances proviennent du sol et des engrais employés pour le fertiliser.

Lorsqu'on examine les cendres de divers bois, on reconnaît que leur composition change avec la nature du terrain dans lequel ces bois ont pris leur accroissement ; et l'influence du sol est telle, que les cendres d'arbres de même espèce, mais qui ont pris leur accroissement dans des terrains différents, varient comme le sol dont elles dérivent : ainsi un chêne venu sur un sol éminemment calcaire a donné des cendres qui ne contenaient presque que du carbonate de chaux, tandis que les cendres d'un autre chêne renfermaient beaucoup de magnésie et de phosphate de chaux ; et de deux mûriers venus, l'un à Nemours et l'autre en Provence, l'un contenait plus de 0,10 d'acide sulfurique, tandis que l'autre en contenait à peine quelques traces. (M. Berthier.)

Si l'on en excepte le bois, les végétaux laissent à l'incinération des cendres qui participent plus de la nature des engrais qu'ont reçus les végétaux que du sol sur lequel ils se sont développés. Enfin, les principes des cendres provenant de végétaux différents cultivés sur le même sol n'y existent pas dans le même rapport, ce qui semblerait prouver que les plantes peuvent s'approprier dans le sol les principes qui conviennent le mieux à leur développement.

Puisque la terre cède continuellement des principes minéraux aux plantes, elle doit infailliblement s'épuiser, si on ne lui rend pas les matières qui lui ont été enlevées. Aussi, en agriculture, mélange-t-on de temps en temps au sol diverses substances destinées à remédier à son appauvrissement. Pour bien régler ces additions, il faut connaître la nature des substances inorganiques que les plantes s'assimilent, et l'on ne peut arriver à ce résultat que par l'analyse.

En analysant comparativement le sol et les cendres des végétaux que ce sol a produits, on détermine exactement les matières minérales que les plantes ont absorbées pendant leur végétation : ce sont les mêmes substances qui doivent être rendues à la terre pour que sa fertilité ne diminue pas.

L'analyse des cendres laissées par les plantes présente une grande importance, puisqu'elle fait savoir dans quel sol végétera de préférence telle ou telle plante, quels principes minéraux s'opposeront à l'épuisement du terrain, enfin, lorsqu'une culture nouvelle est proposée, la majeure partie des conditions dans lesquelles elle doit être exécutée pour devenir lucrative. Aussi donnerons-nous ici, sous forme de tableaux, la composition des cendres laissées par les diverses parties des plantes. Pour faire voir

Digitized by Google

comparativement dans quels végétaux ou dans quelles parties d'un végétal se portent les diverses substances inorganiques qui composent généralement ces cendres, nous avons conservé la disposition adoptée précédemment (tome IV, p. 505 et suiv.).

Il ne faut pas oublier, en consultant ces tableaux, qu'à l'exception des chlorures, des phosphates, des silicates et des sulfates, une partie des substances que renferment les cendres provient de la décomposition des sels organiques qui existent dans les plantes.

C'est ainsi que peuvent se produire les carbonates alcalins ou terreux, ces derniers pouvant abandonner leur base à l'état caustique.

Toutefois ce n'est pas là la seule origine du carbonate de chaux que l'on trouve dans les cendres; on a reconnu en effet que certaines espèces de *Chara* sécrètent du carbonate de chaux dans les tissus légers, périphériques, disposés en hélice autour de leur organisme tubulaire. De même, les feuilles de figuier, celles des plantes de la famille des urticées, les fruits de plusieurs *Celtis*, donnent naissance à des concrétions de carbonate calcaire. Aussi, en traitant par l'acide sulfurique étendu les feuilles de ces diverses plantes ou les noyaux de *Celtis* bien privés de pulpe charnue, on obtient un dégagement abondant d'acide carbonique, et il se forme du chlorure de calcium. Si l'on opère sur un poids connu de matière, et qu'on recueille l'acide carbonique dans une dissolution titrée de potasse caustique, il est facile d'arriver à connaître la proportion de carbonate de chaux préexistant dans la substance végétale.

Quelques déterminations faites avec soin ont donné les résultats suivants :

Mûrier noir, feuilles d'automne.	2,27	pour 100 de carbonate de chaux.
	2,30	—
Mûrier blanc, feuilles d'automne. . . .	0,41	—
	0,45	—
Broussonetia papyrifera, feuilles d'automne.	0,90	—
Celtis orientalis, noyaux.	60,00	—

C'est à la présence de ce carbonate de chaux dans leur tissu que l'on doit attribuer la dureté de ces noyaux. Il suffit en effet de les plonger quelque temps dans une liqueur acide pour les rendre mous au point de pouvoir être entamés par le couteau. L'amande de ces noyaux ne contient pas de carbonate calcaire. (M. Payen.)

Digitized by Google

TABLEAU DE LA COMPOSITION DES CENDRES LAISSÉES PAR DIVERSES TIGES VÉGÉTALES. (M. BERTHIER.)

COMPOSITION DES CENDRES.			TIGES GARNIES DE LEURS FEUILLES.														
			Asperges mortes.	Maïs à bec.	Pavot gris.	Moha (millet de Hongrie).	Froment en herbe.	Foin de Nonville.	Fanes sèches de pommes de terre.	Topinambours (tiges jeunes).	Topinambours (tiges vieilles).	Luzerne d'Orange (coupe principale).	Vesces de Nemours.	Vesc. à feuilles pictées (*Vicia picta*).	Salicornia herbacea.	Giraumonts de Nemours.	Canée ou lentille d'eau.
PARTIES SOLUBLES.	Alcali	Potasse	»	»	»			1,00	»	»	»	»	»	»	»	»	
	Carbonates alcalins	Carbonate de potasse	0,70	24,57	12,70	25,70	»	»	1,06	16,94	1,36	0,56	20,43	28,60	4,48	17,00	3,95
		Carbonate de soude	»	»				»							5,51		
	Chlorures	Chlorure de potassium	8,30	3,51	8,10	2,00	6,50	10,60	1,59	3,74	0,42	6,44	0,10	6,60	2,11	6,30	1,18
		Chlorure de sodium	0,44	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1,35
	Sulfates	Sulfate de potasse	7,86	3,93	10,20	3,00	»	5,00	2,05	1,32	2,22	10,00	0,47	8,80	4,00	3,60	1,37
		Sulfate de soude	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
	Phosphate	Phosphate de potasse	»	»	»	9,90	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
	Silicate	Silicate de potasse	»	»	»	»	86,00	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
	Poids de la partie soluble des cendres		17,50	32,01	31,00	40,60	92,50	16,60	5,30	22,00	4,00	27,00	21,00	14,00	16,10	26,90	7,85
PARTIES INSOLUBLES.	Terre alcaline	Chaux	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
	Carbonates terreux ou acide carbonique	Carbonate de chaux	70,87	14,54	48,30	6,20	»	43,20	63,70	46,26	84,30	63,40	53,33	25,82	68,50	47,00	66,83
		Carbonate de magnésie	»	»	»	»	»	3,60	»	10,37	»	0,70	2,37	7,56	6,35	2,00	1,80
		Acide carbonique	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
	Oxydes métalliques	Oxyde de fer	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
		Oxyde de manganèse	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
	Sulfate	Sulfate de chaux	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
	Phosphates ou acide phosphorique	Phosphate de chaux	M 6,20	8,04	12,20	M 7,20	5,00	14,60	F 13,70	11,00	3,00	7,30	17,77	17,36	7,13	F 14,60	F 8,82
		Phosphate de magnésie	F 3,30	»	F 1,60	1,00	F 2,50	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
		Phosphate de manganèse	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	traces	»	»	»
		Phosphate de fer	»	6,36	»	0,50	»	2,00	»	»	1,00	»	0,79	2,24	»	1,30	»
		Acide phosphorique	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
	Silice		2,13	39,05	6,90	44,50	»	20,00	17,30	10,37	7,70	1,60	4,74	3,02	1,92	8,20	14,60
	Poids de la partie insoluble des cendres		82,50	67,99	69,00	59,40	7,50	83,40	94,70	78,00	96,00	73,00	79,00	56,00	83,00	73,10	92,15

NOTA. — Les lettres F et M placées au-dessus des nombres indiquent que le sel contient de petites quantités de fer ou de manganèse.

Digitized by Google

TABLEAU DE LA COMPOSITION DES CENDRES LAISSÉES PAR LES DIFFÉRENTES PARTIES DES VÉGÉTAUX. (M. BERTHIER.)

COMPOSITION DES CENDRES.			L 18.	COSSES DE LÉGUMES.				COQUES.	COQUILLES.	ÉCALES.	TÉGUMENTS		COTYLÉDONS.	FARINES.			
			Balles d'avoine.	Haricots du Canada.	Haricots noirs des Algraves.	Pois chiches.	Fèves de Windsor.	Pavot gris.	Noix.	Noix.	Haricots rouges de Chartres.	Millet à épis.	Haricots rouges de Chartres.	Tourteaux de chènevis.	Farine de gruau.	Farine brute d'orge.	Farine de seigle.
PARTIES SOLUBLES.	Alcali	Potasse	4,60	»	»	»	»	»	»	»	»	Ces cendres se composent de silice pure et soluble dans la potasse.	»	»	»	17,80	Ces cendres sont riches en phosphates terreux.
	Carbonates alcalins	Carbonate de potasse	»	56,60	52,16	27,10	55,60	31,44	35,00 *	61,62	6,70		»	»	»	»	
		Carbonate de soude	»											»	»	»	
	Chlorures	Chlorure de potassium	»	1,80	2,24	0,90	3,40	2,10	»	5,44	1,30		traces	»	»	»	
		Chlorure de sodium	»	»	»	»	»	»	»	»	»			»	»	»	
	Sulfates	Sulfate de potasse	»	3,10	1,60	0,30	traces	18,86	»	»	3,10			»	»	»	
		Sulfate de soude	»	»	»	»	»	»	»	»	»			»	»	»	
	Phosphate	Phosphate de potasse	»	»	»	»	»	»	»	»	»		70,00	48,00	60,30	8,90	
	Silicate	Silicate de potasse	»	»	»	»	»	»	»	»	»		»	»	»	»	
	Poids de la partie soluble des cendres		»	55,30	56,00	37,30	59,00	31,00	»	72,50	11,10		70,00	48,00	60,30	26,70	
PARTIES INSOLUBLES.	Terre alcaline	Chaux	»	»	»	»	»	»	»	»	»		»	»	»	»	
	Carbonates terreux ou acide carbonique	Carbonate de chaux	»	34,00	26,80	50,00	33,50	33,32	40,00	14,50	76,90		»	»	»	»	
		Carbonate de magnésie	»	»	»	»	»	»	10,00	2,50	»		»	»	»	»	
		Acide carbonique	»	»	»	»	»	»	»	»	»		»	»	»	»	
	Oxydes métalliques	Oxyde de fer	»	»	»	»	»	»	»	»	»		»	»	»	»	
		Oxyde de manganèse	»	»	»	»	»	»	»	»	»		»	»	»	»	
	Sulfate	Sulfate de chaux	»	»	»	»	»	»	»	»	»		»	»	»	»	
	Phosphates ou acide phosphorique	Phosphate de chaux	9,30 F	4,70 F	13,00	9,90	6,00 F	11,50	15,00	4,50	12,00		9,00	13,70 F	25,50	31,10	
		Phosphate de magnésie	15,10	1,60	»	1,40	1,50	»	»	»	»		20,00	38,30	16,20	24,40	
		Phosphate de manganèse	»	»	»	»	»	»	»	»	»		»	»	»	»	
		Phosphate de fer	»	»	»	»	»	0,45	»	1,50	»		1,00	»	»	»	
		Acide phosphorique	»	»	»	»	»	»	»	»	»			»	»	»	
	Silice		71,00	4,40	4,20	1,40	»	2,33	»	4,50	»		»	»	»	17,80	
	Poids de la partie insoluble des cendres		»	44,70	»	62,70	41,00	69,00	»	27,50	88,90		30,00	52,00	39,70	73,30	

NOTA. — La lettre F placée au-dessus des nombres indique que le sel contient une petite quantité de fer. — * Ces carbonates renfermaient des traces de chlorures.

Digitized by Google

TABLEAU DE LA COMPOSITION DES CENDRES LAISSÉES PAR DIVERSES SEMENCES. (M. BERTHIER.)

COMPOSITION DES CENDRES.		GRAINS A L'ÉTAT NATUREL.														
		Pavot gris de Paris.	Haricots blancs du pays.	Haricots noirs des Algraves.	Maïs à bec.	Pois chiches.	Fèves de Windsor.	Chènevis.	Millet à épis.	Moha (millet de Hongrie).	Sésame.	Pin de Bordeaux.	Riz des Indes (décortiqué).	Blé rouge de Saumur.	Lin de Nemours.	Haricots du Canada.
PARTIES SOLUBLES. Alcali	Potasse	»	»	»	»	»	»	»	9,40	»	»	9,40	»	»	»	»
Carbonates alcalins	Carbonate de potasse / Carbonate de soude	5,00	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Chlorures	Chlorure de potassium	»	»	3,90	2,00	2,00	2,50	traces	»	»	»	»	»	»	»	1,30
	Chlorure de sodium	»	»	»		»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Sulfates	Sulfate de potasse	»	»	»		11,50	2,60	»	»	»	»	»	»	»	»	»
	Sulfate de soude	»	»	»												
Phosphate	Phosphate de potasse	17,70	62,60	73,20	45,00	65,30	57,60	43,40	27,20	44,20	»	18,50	65,00	49,00	51,30	75,70
Silicate	Silicate de potasse	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Poids de la partie soluble des cendres		22,70	62,60	77,10	47,00	78,80	62,70	43,40	36,60	44,20	7,00	27,90	65,00	49,00	51,30	77,00
PARTIES INSOLUBLES. Terre alcaline	Chaux	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Carbonates terreux ou acide carbonique	Carbonate de chaux	13,20	10,80	»	»	»	»	»	»	»	» F	»	»	»	»	»
	Carbonate de magnésie	»	»	»	»	»	»	»	»	»	41,00	»	»	»	»	»
	Acide carbonique	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Oxydes métalliques	Oxyde de fer	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1,00	»	»	»	»
	Oxyde de manganèse	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Sulfate	Sulfate de chaux	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Phosphates ou acide phosphorique	Phosphate de chaux	55,70	1,80 M	18,20	25,00	16,20	21,90	9,44	18,20	22,10 M	51,40	13,50	15,00	23,80 M	19,20	8,00
	Phosphate de magnésie	6,70	24,80 F	3,20	28,00 F	4,00	15,40	47,16 F	3,30 F	15,70 F	»	39,50	20,00	27,20 F	29,50	1,50
	Phosphate de manganèse	»	»	»	traces	1,00	»	»	5,30	»	»	»	»	»	»	»
	Phosphate de fer	traces	»	1,50	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
	Acide phosphorique	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Silice		1,70	»	»	»	»	traces	»	36,60	18,00	1,60	18,10	»	»	»	»
Poids de la partie insoluble des cendres		77,30	37,40	22,90	»	21,20	»	56,60	63,40	»	93,00	72,10	35,00	50,00	48,70	9,50

NOTA. — Les lettres F et M placées au-dessus des nombres indiquent que le sel contient de petites quantités de fer ou de manganèse.

Digitized by Google

ANALYSE COMPARATIVE DES CENDRES DE PLUSIEURS BOIS.

COMPOSITION des CENDRES.	BOIS.																	
	Arbre de Judée.	Aune.	Bouleau.	Cerisier.	Châtaignier.	Charme.	Chêne.	Hêtre.	Mélèze.	Mûrier de Chine.	Oranger.	Orme.	Pin (*Pinus sylvestris*).	Pommier.	Sapan.	Sureau à grappes.	Tilleul.	Vigne.
Potasse et soude. . . .	13,39	11,65	12,72	29,50	10,11	11,30	12,16	»	17,52	12,85	6,06	24,68	»	13,99	5,32	23,45	6,55	36,30
Chaux.	37,26	41,25	43,84	29,75	43,63	35,01	48,22	32,95	20,29	45,09	42.68	33,58	»	45,19	49,47	31,98	46,20	23,71
Magnésie	5,83	»	2,52	9,24	3,24	5,74	0,58	2,05	18,36	5,83	6,82	50,00	0,60	5,30	1,90	1,62	1,96	7,17
Oxydes de fer et de manganèse	1,62	5,59	3,36	0,08	3,22	5,74	»	3,04	13,04	1,58	0,90	0,70	0,44	1,40	0,87	1,88	0,62	3,30
Acide sulfurique . . .	0,05	3,94	0,36	3,32	1,27	1,31	1,45	»	1,30	4,37	»	0,97	0,60	0,76	2,01	2,24	0,82	1,57
Acide phosphorique. .	6,07	8,93	3,61	7.80	1,62	7,21	0,77	4,10	1,97	19,43	1,81	2,06	»	3,97	2,23	5,39	2,49	4,15
Acide carbonique . . .	32,27	25,58	28,72	13,90	28,78	28,34	39,16	26,71	23,66	0,75	35,83	30,59	»	21,18	36,55	28,81	38,54	21,06
Acide chlorhydrique. .	0,01	1,69	0,03	»	0,07	0,84	0,18	»	0,44	»	0,38	»	»	»	1,60	0,14	0,19	1,57
Chlorures alcalins. . .	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,32	»	»	»	»
Phosphates terreux . .	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	8,08	»	»	»	»	»
Carbonates terreux . .	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	56,54	»	»	»	»	»
Acide silicique.	2,13	0,82	4,78	2,08	7,64	3,37	3,70	7,00	2,74	10,80	5,32	2,18	15,62	0,93	0,59	2,15	1,96	1,25
Sels solubles.	»	»	»	»	»	»	»	23,90	»	15,00	»	»	18,72	»	»	»	»	»
Observateurs.	M. Berthier.	M. Berthier.	M. Berthier.	M. Engelmann.	M. Berthier.	M. Berthier.	M. Berthier.	M. Berthier.	M. Boettiger Heilbronn.	M. Berthier.	M. Berthier.	M. Berthier.	M. Hertwig.	MM. Will et Fresenius.	M. Koechlin.	M. Berthier.	M. Berthier.	M. Lewy.

Digitized by Google

ANALYSE COMPARATIVE DES CENDRES DES DIVERSES PARTIES DU BOIS.

COMPOSITION des CENDRES.	ÉCORCES.											LIBER.		AUBIER.			BOIS SÉPARÉ DE L'AUBIER.		
	Cerisier.	Charme.	Chêne. Tronc.	Chêne. Branches.	Hêtre.	Mûrier blanc.	Orme.	Peuplier.	Pin.	Tilleul.	Noisetier.	Chêne.	Mûrier blanc.	Charme.	Chêne.	Mûrier blanc.	Charme.	Chêne.	Mûrier blanc.
Potasse et soude.	22,00	»	17,32	»	»	»	8,58	»	»	20,60	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Chaux	41,96	»	37,55	»	32,95	»	50,64	»	»	60,81	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Magnésie. . . .	5,10	»	0,60	»	2,05	»	2,22	»	»	8,03	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Oxydes de fer et de manganèse.	0,2	0,12	5,55	1,75	3,04	1,12	0,38	1,50	0,60	1,23	1,75	1,00	1,00	1,00	2,00	0,25	2,25	2,25	0,25
Acide sulfurique	0,80	»	1,50	»	»	»	0,43	»	»	0,74	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Acide phosphorique	3,26	»	»	»	4,10	»	1,30	»	0,44	4,01	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Acide carboniq.	4,90	»	33,92	»	26,71	»	30,45	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Acide chlorhyd.	0,64	»	0,17	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Chlorures alcalins.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	2,20	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Phosph. terreux	»	4,50	»	4,50	»	8,50	»	5,30	11,63	»	5,50	3,75	16,50	36,00	24.00	27,25	23,00	4,50	2,25
Carbon. terreux.	»	59,00	»	63,25	»	45,00	»	60,00	65,91	»	54,00	65,00	48,00	15,00	11,00	24,00	26,00	32,00	56,00
Acide silicique .	19,28	1,50	0,84	0,25	7,00	15,25	6,11	4,00	17,28	2,27	0,25	0,50	0,12	1,00	7,50	1,00	0,12	2,00	0,12
Sels solubles . .	»	34,50	»	29,75	23,90	30,13	»	29,20	2,95	»	38,50	29,75	34,38	47,00	55,50	47,50	48,63	58,65	41,38
Observateurs.	M. Engelmann.	M. Berthier.	M. Berthier.	Th. de Saussure.	»	Th. de Saussure.	M. Wrightson.	Th. de Saussure.	M. Hertwig.	M. Hoffmann.	Th. de Saussure.	Th. de Saussure.	Th. de Saussure.	Th. de Saussure.	Th. de Saussure.	Th. de Saussure.	Th. de Saussure.	Th. de Saussure.	Th. de Saussure.

Digitized by Google

ANALYSE DES CENDRES LAISSÉES PAR DIFFÉRENTES TIGES.

COMPOSITION des CENDRES.	TIGES HERBACÉES.													PAILLES.				
	Asperges.	Bruyère.	Chanvre.	Fèves.	Foin.	Fougère.	Froment.	Ivraie.	Maïs.	Pois.	Pomme de terre.	Tabac.	Trèfle.	Avoine.	Froment.	Maïs.	Orge.	Sarrasin.
Potasse et soude. . . .	23,37	»	8,20	»	17,30	»	»	29,58	»	13,49	»	10,37	27,10	26,87	»	5,53	»	8,65
Chaux.	13,16	»	42,05	»	20,40	»	»	8,96	»	»	»	43,72	24,60	7,29	»	»	»	33,08
Magnésie	3,24	1,00	4,88	»	6,00	0,50	»	4,01	»	»	»	15,04	6,30	4,58	»	»	»	9,46
Oxyde de fer et de manganèse	4,22	7,05	»	2,02	1,50	»	0,25	1,52	0,25	0,50	0,80	4,37	0,30	1,41	1,00	0,50	0,50	1,60
Acide sulfurique . . .	5,72	»	1,10	»	2,40	»	»	3,72	»	4,94	»	5,23	2,50	2,15	»	»	»	0,18
Acide phosphorique. .	10,03	»	3,22	1,47	5,30	»	»	11,82	»	0,40	0,50	3,19	6,30	1,94	»	4,17	»	0,40
Acide carbonique . . .	25,71	»	31,90	»	9,00	»	»	1,72	»	4,75	»	8,34	25,00	»	»	»	»	40,35
Acide chlorhydrique. .	3,41	»	1,60	»	2,05	»	»	»	»	»	»	»	2,90	1,60	»	»	»	0,96
Chlorures alcalins. . .	»	»	»	0,28	»	»	»	14,86	»	4,63	2,28	9,38	»	»	3,00	2,50	0,50	»
Phosphates terreux . .	»	13,00	»	13,09	»	1,00	11,56	»	5,75	10,72	8,48	»	»	»	6,20	5,00	7,80	»
Carbonates terreux . .	»	28,00	»	41,42	»	24,80	0,25	»	0,25	51,86	52,44	»	»	»	1,00	1,00	12,50	»
Silicates alcalins. . . .	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1,22
Acide silicique.	»	37,50	6,75	7,97	33,70	73,00	12,50	23,76	7,50	7,81	29,81	»	5,30	54,25	61,50	18,00	57,00	3,57
Sels solubles	»	13,00	»	32,62	»	0,70	75,50	»	86,25	»	4,69	»	»	»	19,50	60,30	19,50	»
Observateurs.	M. Lewy.	M. Berthier.	M. Rüling.	M. Hertwig.	M. Boussingault.	M. Berthier.	Th. de Saussure.	M. Heitmann.	Th. de Saussure.	M. Hertwig.	M. Hertwig.	MM. Will et Fresenius	M. Boussingault.	M. Lewy.	Th. de Saussure.	Th. de Saussure.	Th. de Saussure.	M. Malaguti.

Digitized by Google

ANALYSE COMPARATIVE DES CENDRES LAISSÉES PAR DIVERSES PARTIES VÉGÉTALES.

COMPOSITION des CENDRES.	BRANCHES ENTIÈRES.					BRANCHES ÉCORCÉES.		FEUILLES.										
	Ébénier.	Noisetier.	Sapin.	Sarment.	Tilleul.	Chêne.	Noisetier.	Chêne.	Chêne.	Oranger.	Peuplier.	Pin.	Sapin.	Noisetier.	Rosage.	Maïs.	Navet.	Tabac.
Potasse et soude. . . .	»	11,34	11,64	47,61	6,55	»	»	»	»	18,19	»	»	»	»	»	51,79	31,62	»
Chaux.	31,23	35,95	22,65	36,04	46,20	»	»	»	»	56,38	»	»	»	»	»	4,79	25,51	»
Magnésie	6,16	3,72	7,24	4,76	1,96	»	»	»	»	5,72	»	»	»	»	»	1,65	7,44	»
Oxyde de fer et de manganèse	»	3,38	23,15	0,64	0,62	1,00	0,12	0,64	1,75	0,52	1,25	0,48	1,60	2,00	3,25	0,80	0,77	»
Acide sulfurique. . . .	»	0,78	1,15	1,82	0,82	»	»	»	»	4,43	»	»	»	»	»	0,53	4,00	»
Acide phosphorique. .	12,60	4,06	1,49	7,05	2,49	»	»	»	»	3,27	»	0,40	»	»	»	10,54	1,73	»
Acide carbonique . . .	13,01	34,38	20,15	»	38,54	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	9,51	19,50	»
Acide chlorhydrique. .	»	0,07	»	0,89	0,19	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	3,50	»	»
Chlorures alcalins. . .	»	»	»	»	»	»	»	»	»	6,66	»	»	»	»	»	»	3,25	9,24
Phosphates terreux . .	»	»	»	»	»	28,50	35,00	24,00	18,25	»	13,00	7,06	12,27	19,50	14,00	»	»	17,95
Carbonates terreux . .	»	»	»	»	»	12,25	8,00	0,12	23,00	»	29,00	65,78	43,30	44,10	43,25	»	»	44,27
Silicates alcalins. . . .	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Acide silicique	5,48	3,62	11,15	1,21	1,96	0,12	0,25	3,00	14,50	4,83	5,00	»	2,50	4,00	0,75	16,95	6,14	15,29
Sels solubles.	31,50	»	»	»	»	58,58	56,70	72,24	42,50	»	51,75	16,57	40,13	30,40	38,63	»	»	13,81
Observateurs.	M. Berthier.	M. Berthier.	M. Berthier.	M. Crasso.	M. Berthier.	Th. de Saussure.	Th. de Saussure.	Th. de Saussure.	Th. de Saussure.	MM. Rowney et How.	Th. de Saussure.	MM. Bostiger et Hellbroun.	Th. de Saussure.	Th. de Saussure.	Th. de Saussure.	M. Strohmessen.	M. Namur.	M. Hartwig.

Digitized by Google

On voit, d'après les tableaux précédents, que les plantes renferment des alcalis ou des sels alcalins. L'utilité des bases pendant la végétation paraît donc prouvée : d'abord plusieurs pratiques agricoles le démontrent clairement ; et, en outre, d'après M. Liebig, lorsque les végétaux ne trouvent pas une proportion suffisante d'alcalis dans le sol, ils donnent naissance à des bases organiques. Ainsi, des pommes de terre qui avaient végété sur le sable dans une cave renfermaient beaucoup de solanine, tandis que d'autres pommes de terre venues dans un champ n'en contenaient pas la moindre trace. Cette différence tenait probablement à ce qu'il ne se trouvait pas d'alcalis dans le sol de la cave.

C'est par leurs radicules ou spongioles que les racines aspirent, pour les transmettre aux plantes, les liquides qui tiennent en dissolution les substances inorganiques propres à leur développement. On peut comparer les spongioles à des filtres parfaits qui ne laissent filtrer que des liquides extrêmement limpides ; aussi tous les essais pour leur faire absorber un corps solide, quel qu'ait été son état de division et de ténuité, ont été infructueux (M. Boussingault). La susceptibilité de ces spongioles est telle, que des plantes plongées dans des dissolutions salines, contenant toutes les mêmes quantités de sels différents, absorbent des proportions variables de sels, et que cette absorption paraît dépendre de la viscosité que certains sels, tels que l'azotate et l'acétate de chaux, communiquent à l'eau. Si, au contraire, on opère avec des racines dont on a supprimé les spongioles, ou qui en ont été privées par l'action corrosive de certains sels, tels que le sulfate de cuivre, la racine agit alors à la manière d'une tige, et l'absorption est prompte et régulière (Th. de Saussure).

Il était intéressant de constater si cette faculté absorbante des spongioles était absolue pour toutes les dissolutions salines dans lesquelles on les plongeait : Th. de Saussure a reconnu par une série d'expériences, que les plantes absorbent toutes les substances qu'on leur présente, mais qu'elles absorbent l'eau dans une plus forte proportion que les sels ; de telle sorte que si on leur fait absorber la moitié du liquide salin, celle qui reste contient la plus forte proportion de sel.

Ainsi des *Polygonum*, ayant été plongés dans des liqueurs contenant chacune en dissolution 100 parties des substances dont les noms suivent, ont absorbé avec la moitié des liqueurs, non pas 50 parties de ces substances, comme on pourrait le croire, mais le nombre de parties que nous indiquons ici :

Substances dissoutes.	Nombre des parties absorbées.
Chlorure de potassium	15
Chlorure de sodium	14
Azotate de chaux	4
Sulfate de soude	14
Chlorhydrate d'ammoniaque	12

Digitized by Google

Acétate de chaux	8
Sucre	29
Gomme	9
Extrait de terreau	5
Sulfate de cuivre	47

Les résultats d'expériences analogues faites sur des *Bidens* ont été à très peu de chose près concordants avec ceux qu'avaient donnés les *Polygonum;* les plantes ont constamment absorbé plus de sels alcalins que de sels calcaires.

Mais les spongioles, qui jouent un rôle important dans l'acte de la végétation, auraient-elles aussi la faculté, lorsqu'elles sont en présence d'une dissolution contenant plusieurs substances, de laisser pénétrer dans les plantes telle substance plutôt que telle autre? Th. de Saussure a encore résolu cette question par des expériences faites sur des dissolutions contenant deux ou trois sels, ou sur des mélanges de sucre et de gomme.

Dans le tableau ci-joint, Th. de Saussure a supposé que chaque dissolution représentait 100 parties de sel ou de substance dissoute. Après avoir fait absorber à la plante la moitié de la dissolution, on analysait celle non absorbée, qui devait contenir 50 parties de sel; la différence indiquait la quantité absorbée.

SUBSTANCES CONTENUES dans la dissolution soumise à l'expérience.	POIDS des substances prises par le *Polygonum* en aspirant la moitié de la dissolution.	POIDS des substances prises par le *Bidens* en aspirant la moitié de la dissolution.
100 parties en poids.		
Sulfate de soude effleuri	12	7
Chlorure de sodium	22	20
Sulfate de soude effleuri	12	10
Chlorure de potassium	17	17
Acétate de chaux	8	5
Chlorure de potassium	33	16
Azotate de chaux	4	2
Chlorhydrate d'ammoniaque	16	15
Gomme	26	21
Sucre	34	46

Ces résultats ont été confirmés par des expériences de même nature, que Th. de Saussure a faites sur une menthe poivrée, un pin d'Écosse et un genévrier.

Digitized by Google

On pourrait penser, d'après les observations précédentes, que les spongioles exercent une véritable faculté élective ; et cependant Th. de Saussure ne paraît pas disposé à admettre cette faculté : il attribue plutôt les différences qu'il a observées dans l'absorption à la viscosité des dissolutions, qui filtraient à travers les spongioles avec plus ou moins de facilité.

On voit donc que l'assimilation des substances inorganiques solubles se fait facilement au moyen de l'eau qui les fait circuler dans les plantes. Il paraît, au premier abord, plus difficile de se rendre compte de l'absorption des substances inorganiques insolubles, telles que le phosphate de chaux, la silice et quelques oxydes métalliques ; mais on peut admettre, avec Th. de Saussure, que cette insolubilité du phosphate de chaux et de magnésie, par exemple, peut être atténuée par leur conversion en sels doubles : ensuite l'acide carbonique, dont les eaux d'imbibition contiennent toujours une certaine proportion, exerce une action dissolvante sur ces substances ; celles que nous considérons comme insolubles dans nos laboratoires ne le sont probablement pas pour les sucs végétaux, qui les prennent dans un plus grand état de division que celui que nous pouvons obtenir ; enfin, ainsi que le fait observer M. Boussingault, il peut arriver que certains sels insolubles, par une action réciproque de sels solubles, ne prennent naissance que dans le tissu même des plantes.

Il est impossible de considérer comme purement accidentelles et conséquemment inutiles, en raison de leur petite proportion, les substances inorganiques que contiennent les végétaux. Th. de Saussure fait observer, à cet égard, que personne n'a contesté l'utilité du phosphate de chaux dans l'organisation animale, bien qu'il n'y existe guère, relativement à la masse, que dans la proportion de $\frac{1}{800}$.

Nous rappellerons ici les expériences de M. Boussingault, qui démontrent que des plantes, seulement arrosées d'eau distillée, vivent et croissent sur un sol privé de matières salines, mais qu'elles n'acquièrent jamais la vigueur que leur donne le sol qui les contient.

Il est avéré que des plantes marines, dont les cendres sont riches en carbonate de soude, languissent dans un sol privé de sel marin ; la bourrache, l'ortie, le soleil et d'autres plantes ne viennent bien que dans les lieux où se rencontrent des azotates, dont on démontre facilement la présence dans les plantes desséchées ; et l'on sait que la vigne cesse de prospérer lorsqu'on ne rend pas au sol dans lequel elle végète la potasse que lui enlève le bitartrate de potasse, dont les vins contiennent une plus ou moins grande proportion.

Tout semble donc prouver que les substances inorganiques des végétaux ne concourent pas moins à leur développement que les autres éléments qui constituent leur matière organique.

Digitized by Google

ORGANES DES PLANTES.

Le carbone, l'hydrogène, l'azote et l'oxygène n'existent pas à l'état libre dans les végétaux, mais combinés entre eux de manière à former cette classe de principes immédiats dont nous avons déjà parlé.

Ces différents principes concourent à la formation des plantes, qui se les assimilent, soit directement, soit en les décomposant. Plusieurs d'entre eux se trouvent abondamment répandus dans les racines, d'autres le sont dans les feuilles, les branches, les graines, etc., d'où on les extrait pour les besoins des arts ou de la médecine. Aussi est-il important de déterminer par l'analyse la composition des organes des plantes.

Cette détermination a été faite sur un certain nombre de végétaux. Nous reproduirons ici des résultats qui sont loin de présenter cependant l'exactitude et l'importance qu'exigerait cette partie intéressante de la chimie organique. En donnant dans cet article des analyses incomplètes, notre but est d'appeler l'attention des chimistes sur des questions qui ont été trop négligées.

ÉTUDE DES PRINCIPALES RACINES.

La racine est cette partie de la plante qui se dirige en sens contraire de la tige, c'est-à-dire vers l'intérieur de la terre. Sa composition varie dans chaque espèce de végétal, mais elle présente une certaine analogie chez les plantes d'une même famille. Les mêmes rapports se retrouvent également dans les autres organes des végétaux. Nous rappellerons, en effet, que la tige et les branches des arbres de la famille des conifères renferment une résine et une essence identiques ou isomériques avec la résine et l'essence de térébenthine; qu'il existe dans les plantes appartenant à la famille des papavéracées des bases organiques comparables entre elles par leur énergie sur l'économie animale; que les strychnées, les solanées, etc., contiennent chacune des alcalis qui se rapprochent par leurs propriétés vénéneuses; et que plusieurs des plantes de la famille des crucifères peuvent donner une essence sulfurée.

Dans ces derniers temps, M. Rochleder a constaté aussi des analogies nombreuses, au point de vue de la constitution chimique, entre les plantes de la famille des rubiacées.

L'ensemble de ces faits nous détermine à suivre, dans l'examen des divers organes des végétaux, l'ordre adopté par les botanistes.

Digitized by Google

FOUGÈRES.

ASPIDIUM FILIX MAS (*Fougère mâle*).

Cette racine est verdâtre, d'une saveur astringente et amère. Elle renferme :

Huile grasse avec des traces d'essence	6,10
Résine âcre et astringente	6,22
Acide tartrique avec un peu de sucre et acide malique	31,58
Amidon	11,11
Fibre végétale	45,00
	99,96

(M. WACKENRODER.)

On l'emploie en médecine. Les propriétés thérapeutiques de la racine de fougère sont dues à la substance huileuse qui s'y trouve contenue, et qui agit comme vermifuge.

Cette huile est d'un jaune brunâtre, d'une odeur et d'une saveur désagréables. Elle est plus dense que l'eau, et présente une réaction acide. Les alcalis en séparent de l'acide stéarique, de l'acide oléique et de l'acide margarique. L'alcool la dissout en partie ; la dissolution dépose de la stéarine par l'évaporation.

Pour obtenir l'huile grasse qui existe dans la racine de fougère, il faut épuiser cette racine par l'éther et soumettre ensuite l'extrait éthéré à l'évaporation.

AROÏDÉES.

ACORUS CALAMUS (*Acore*).

La racine d'acore est spongieuse, d'un jaune fauve à l'extérieur, d'un rose pâle à l'intérieur, d'une saveur amère et astringente. Elle contient :

Huile volatile amère	1,0
Résine	2,3
Matière extractive et chlorure de potassium	3,3
Gomme et traces de phosphate de potasse	5,5
Inuline	1,6
Fibre ligneuse	22,5
Eau	65,7

(TROMMSDORFF.)

On en fait usage en médecine et dans la parfumerie.

Digitized by Google

ARUM MACULATUM (*Gouet pied-de-veau*).

La racine d'*Arum maculatum* est jaunâtre à l'extérieur, blanche à l'intérieur, d'une saveur âcre et amère. Elle laisse exsuder, lorsqu'on la comprime, un suc laiteux qui irrite vivement la peau.

L'analyse de cette racine a donné les résultats suivants :

Huile grasse	0,6
Extrait sucré	4,4
Gomme	5,6
Mucilage	18,0
Amidon humide	71,4
	100,0

(BUCHOLZ.)

On s'est longtemps servi de la racine d'*Arum maculatum* comme purgatif; mais on l'a presque complétement abandonnée aujourd'hui pour cet usage, à cause de sa grande énergie.

En soumettant cette racine à une légère torréfaction, on peut lui enlever son âcreté et l'employer ensuite comme aliment.

GRAMINÉES.

TRITICUM REPENS (*Chiendent*).

La racine de chiendent donne par décoction 15,6 pour 100 d'un sirop agréable et sucré.

M. Semmola est parvenu à extraire de la racine de chiendent une substance cristallisable qu'il a nommée *cynodine*.

Le chiendent est employé dans certaines maladies aiguës.

On a pensé à fabriquer de l'alcool en se servant de la racine de chiendent, mais il paraît difficile de se procurer une quantité convenable de cette racine, sans que les frais d'approvisionnement absorbent la plus grande partie des bénéfices d'une telle fabrication.

Digitized by Google

CYPÉRACÉES.

CYPERUS ESCULENTUS (*Chufa*, *Souchet alimentaire*).

Le tubercule du souchet est brun, d'une saveur sucrée, d'une odeur agréable qui se rapproche de celle de la noisette. Il renferme :

Huile grasse	4,8
Albumine végétale	1,5
Amidon	22,4
Inuline	4,3
Gomme	17,8
Sucre	12,5
Principe colorant	1,4
Sels de potasse, de chaux et de magnésie, silice	5,5
Fibre végétale	21,0
Eau et perte	8,8
	100,0

(M. SEMMOLA.)

D'après M. Ramon Luna, le tubercule de souchet contient :

Huile grasse	28,06
Fécule	29,00
Sucre cristallisable	14,07
Eau	7,10
Albumine	0,87
Cellulose	14,01
	93,11
Gomme, matière colorante, sels et perte	6,89
	100,00

Depuis longtemps le souchet est employé en Espagne comme aliment. A Madrid on en consomme environ 12 000 kilogrammes pour la préparation de l'orgeat. Il donne, par compression entre deux plaques métalliques chaudes, une huile d'excellente qualité. La pulpe provenant de cette opération peut fournir 12 à 14 pour 100 de sucre cristallisable, et en outre une grande quantité de fécule.

L'huile grasse extraite du souchet est jaunâtre, inodore, transparente, d'une saveur analogue à celle de l'axonge, d'une densité égale à 0,919. Elle se solidifie, comme l'huile d'olive, sous l'influence de l'acide hypo-

Digitized by Google

azotique. L'éther la dissout facilement. Elle brûle avec une flamme lumineuse.

Les alcalis la saponifient avec rapidité ; le savon produit renferme de l'acide oléique et de l'acide margarique.

Lorsqu'on abandonne l'huile de souchet à elle-même, elle laisse déposer une matière grasse cristalline dont la nature n'est pas encore déterminée.

(M. Ramon Luna.)

MÉLANTHACÉES.

VERATRUM ALBUM (*Ellébore blanc*).

La racine d'ellébore blanc contient de l'oléine, de la stéarine, du gallate de vératrine, une matière colorante jaune, de l'amidon, du ligneux et de la gomme. Les cendres de la racine d'ellébore blanc sont formées de carbonate de potasse, de sulfate de chaux, de phosphate de chaux et de silice. (Pelletier et Caventou.)

Quand, après avoir ajouté de l'acide chlorhydrique dans un extrait alcoolique de racine d'ellébore blanc, on additionne la liqueur de carbonate de soude, il se forme un précipité qui contient, outre la vératrine signalée par Pelletier et Caventou, une base organique nouvelle, la *jervine*, dont la découverte est due à M. Simon. En épuisant ce précipité par l'alcool, décolorant la dissolution par le noir animal, et la faisant cristalliser, on obtient des cristaux de jervine; la vératrine reste en majeure partie dans les eaux mères.

Les principales propriétés de la jervine et de la vératrine ont été décrites dans le tome IV, pages 456 et 457.

C'est à la présence de la vératrine dans la racine d'ellébore blanc que l'on doit attribuer les effets violents de cette racine sur les animaux.

LILIACÉES.

COLCHICUM AUTUMNALE (*Colchique d'automne*).

La racine de cette plante est blanche et comme farineuse à l'intérieur. Elle contient de l'oléine, de la stéarine, une matière colorante jaune, de la gomme, de l'amidon, de l'inuline, du ligneux, un acide organique volatil et une base particulière, la *colchicine*, dont les propriétés se rapprochent de celles de la vératrine.

La colchicine a été étudiée précédemment. On l'obtient en épuisant la racine, la fleur ou la graine de colchique par de l'alcool contenant une petite quantité d'acide sulfurique : l'extrait, saturé par le carbonate de

Digitized by Google

chaux, additionné d'acide sulfurique et soumis à l'évaporation, donne, lorsqu'on y verse une dissolution de carbonate de potasse, un précipité blanc, auquel l'alcool absolu enlève la colchicine.

Cet alcali est purifié par des cristallisations successives dans l'alcool.

Pelletier et Caventou, qui analysèrent les premiers la racine de colchique d'automne, confondirent la colchicine avec la vératrine. Ce fut en 1833 que Geiger et Hesse, en constatant la solubilité de la colchicine dans l'eau, et la propriété qu'elle présente de se colorer en brun-jaunâtre sous l'influence de l'acide sulfurique, établirent une distinction entre ces deux bases : nous rappellerons ici que la vératrine est insoluble dans l'eau et se colore en violet rougeâtre au contact de l'acide sulfurique.

SMILAX SARSAPARILLA (*Salsepareille*).

La salsepareille présente une racine ligneuse qui est tantôt blanchâtre, tantôt d'un rouge orangé, quelquefois d'un noir roussâtre, et qui contient, sur 100 parties :

Résine âcre et amère	2,8
Extrait gommeux	5,5
Amidon	54,2
Fibre ligneuse	27,8

(CANOBBIO.)

On a trouvé en outre dans la racine de salsepareille une substance cristallisable, la *smilacine*, dont nous avons déjà étudié les propriétés.

La smilacine se dépose à l'état cristallin par l'évaporation de l'extrait alcoolique de salsepareille.

ALLIUM SATIVUM (*Ail*).

L'ail donne par expression un suc incolore, mucilagineux, acide, d'une odeur désagréable et caractéristique.

Le suc d'ail laisse déposer de l'albumine lorsqu'on le chauffe ou bien quand on l'additionne d'acide sulfurique ou d'acide chlorhydrique. Il est précipité par le tannin, le sulfate de protoxyde de fer et l'azotate de mercure au minimum.

L'ail, distillé avec de l'eau, donne une huile essentielle sulfurée que nous avons déjà décrite; c'est à la présence de cette huile qu'il doit son odeur.

Digitized by Google

ALLIUM CEPA (*Oignons*).

Lorsqu'on broie les oignons, il en découle un suc incolore dont l'odeur est pénétrante et excite le larmoiement.

Le suc d'oignon est acide ; il se trouble lorsqu'on le chauffe, et donne un dépôt albumineux imprégné d'une essence sulfurée soluble dans l'alcool.

SCILLA MARITIMA (*Scille*).

Les bulbes de la scille sont ovoïdes ou arrondis, blancs à l'intérieur et recouverts d'un épiderme brunâtre. Leur saveur est âcre et amère. Ils renferment :

Matière âcre et volatile, quantité indéterminée.	
Gomme	6
Scillitine	35
Tannin	24
Citrate de chaux	5
Sucre	
Ligneux	30

(M. VOGEL.)

La *scillitine* se trouve dans l'extrait alcoolique de la racine de scille. Ses propriétés ont été décrites tome IV, page 646. Pour l'isoler, on évapore cet extrait à siccité, puis on reprend le résidu par de l'eau. La dissolution aqueuse est additionnée d'acétate de plomb, filtrée et soumise à l'action d'un courant d'acide sulfhydrique. Il se précipite du sulfure de plomb, qu'on enlève par filtration ; la liqueur claire, évaporée à une douce chaleur, dépose la scillitine.

DIOSCORÉES.

DIOSCOREA JAPONICA (*Igname*).

La racine de cette plante offre l'aspect de tubercules blanchâtres dont le poids égale souvent 3 kilogrammes. Elle peut servir à la nourriture des hommes et des animaux.

Les analyses suivantes prouvent que les qualités alimentaires de l'igname sont comparables à celles de la pomme de terre.

Digitized by Google

Composition chimique de l'igname.

	Du Muséum.	De l'Algérie.
Amidon et substance mucilagineuse . . .	13,1	16,76
Albumine et matières azotées	2,4	2,54
Substances grasses.	0,2	0,30
Cellulose.	0,4	1,45
Sels minéraux	1,3	1,90
Eau.	82,6	77,05
	100,0	100,00
	(M. Boussingault.)	(M. Payen.)

Composition de la pomme de terre.

Fécule amylacée	20,00
Substance azotée.	1,60
Matières grasses, huile essentielle	0,11
Substance sucrée.	1,09
Cellulose (épiderme et tissu).	1,64
Pectates, citrates, phosphates, silicates de chaux, de magnésie, potasse, soude.	1,56
Eau	74,00
	100,00
	(M. Payen.)

On prépare l'igname comme la pomme de terre. Le goût en est agréable et exempt de saveur sucrée. On trouve dans l'igname une matière mucilagineuse qui permet de préparer une véritable pâte avec cette racine desséchée et réduite en poudre (Fremy).

Nous donnons ici la composition de la racine du *Dioscorea sativa* :

Résine.	0,05
Sucre incristallisable	0,26
Mucilage.	2,94
Amidon.	22,66
Fibre ligneuse	6,51
Eau	67,58
	100,00
	(M. Suersen.)

Digitized by Google

SCITAMINÉES.

MARANTA ARUNDINACEA.

Cette racine est d'un blanc jaunâtre à l'intérieur. Elle présente la composition suivante :

Huile volatile	0,07
Amidon	26,00
Albumine	1,58
Extrait gommeux	0,60
Fibre végétale	6,00
Chlorure de calcium	0,25
Eau	65,50
	100,00

(M. Benzon.)

On la cultive particulièrement dans l'Inde, à la Jamaïque et aux Antilles, où elle sert à obtenir une fécule estimée connue sous le nom d'*arrow-root*.

Nous compléterons ici les détails qui ont été donnés sur cette substance (tome IV, page 556).

L'arrow-root est moins blanche que la fécule de pomme de terre, à cause du diamètre plus considérable de ses granules. Elle se dissout dans l'eau froide, et fait entendre un craquement particulier lorsqu'on la presse entre les doigts. Ces caractères peuvent servir à constater une partie des nombreuses falsifications dont l'arrow-root est l'objet. Il n'est pas rare, en effet, de trouver dans cette fécule du sulfate de chaux, des farines de cassave, de froment, de gruau et de riz, ou bien de la fécule de pomme de terre.

Le sulfate de chaux se reconnaît par les moyens ordinaires, dans les cendres provenant de la calcination de l'arrow-root.

La farine de cassave forme avec l'eau bouillante une gelée beaucoup plus fluide que celle qui est produite avec l'eau par la farine d'arrow-root; et, tandis que cette dernière farine est inodore et insipide, la farine de cassave possède un goût et une saveur âcres.

Le mélange d'arrow-root avec les racines de froment, de gruau ou de riz, est caractérisé par le dégagement d'ammoniaque auquel il donne lieu sous l'influence de la chaleur.

La fécule de pomme de terre se reconnaît au microscope, ou bien en porphyrisant l'arrow-root falsifié dans un petit mortier où l'on verse de l'acide chlorhydrique étendu de son volume d'eau. Il se forme une bouillie assez épaisse pour que l'on puisse soulever le mortier en prenant le pilon, ce qui n'a pas lieu avec l'arrow-root pur. (M. Scharling.)

Digitized by Google

CURCUMA.

Il existe dans le commerce deux variétés de curcuma :

Le *curcuma rond* (*C. rotunda*) ;

Le *curcuma long* (*C. longa*).

Le curcuma rond offre l'aspect de tubercules ovoïdes ou piriformes, d'un jaune sale à l'extérieur, et d'un jaune verdâtre à l'intérieur.

Le curcuma long se présente en tubercules cylindriques, gris ou verdâtres à l'extérieur, et d'un rouge brun à l'intérieur. Son odeur et sa saveur sont aromatiques. Il contient :

Une huile volatile,

Du ligneux,

De la fécule amylacée,

Une matière colorante brune analogue à celle de beaucoup d'extraits,

De la gomme,

Des sels inorganiques parmi lesquels se trouve le chlorure de calcium,

Une matière colorante jaune. (VOGEL et PELLETIER.)

John, qui a analysé la racine de curcuma, lui assigne la composition suivante :

Huile volatile jaunâtre	1
Matière colorante jaune	10
Résine d'un brun jaunâtre	11
Gomme	14
Ligneux	57
Sels minéraux et organiques	7
	100

La matière colorante de la racine de curcuma a reçu le nom de *curcumine* (voy. tome V, page 539). Elle fait prendre une teinte brune aux sels de peroxyde de fer, et précipite en rouge brun plus ou moins foncé le protochlorure d'étain, l'acétate de plomb, les sels d'argent et de mercure.

La curcumine est la seule matière colorante jaune qui se fixe sur les tissus sans le concours des mordants : cette propriété permet de reconnaître si la racine de curcuma, que l'on vend parfois en poudre dans le commerce, a été mélangée frauduleusement avec quelque autre substance. Il suffit de plonger un tissu de soie dans un bain colorant préparé avec une petite quantité du curcuma à essayer : la curcumine se fixe sur l'étoffe, tandis que les matières étrangères restent dans la liqueur. (M. Persoz.)

Digitized by Google

GALANGA.

On connaît plusieurs sortes de galanga.

Le *Galanga minor* possède une racine rougeâtre marquée extérieurement d'incisions disposées comme des franges. L'odeur de cette racine est aromatique ; sa saveur présente une grande âcreté.

La racine de *Galanga major* est cylindrique, d'un diamètre égal à $0^m,054$ environ, et beaucoup moins odorante que celle du *Galanga minor*. Elle se rapproche, par son aspect, de la racine d'*Acorus calamus*.

Voici les principes que l'analyse a signalés dans la racine de galanga :

Huile volatile,
Résine,
Amidon,
Gomme,
Matière colorante brune,
Matières extractives,
Ligneux,
Soufre,
Oxalate de chaux,
Acétate de potasse. (M. Morin.)

Bucholz a trouvé que cette racine renfermait sur 100 parties :

Huile volatile	0,50
Résine	4,50
Matières extractives	9,70
Gomme	8,20
Mucilage	41,50
Fibre ligneuse	21,65
Eau	12,30

L'extrait éthéré de racine de galanga laisse par évaporation un résidu brun qui contient une matière résineuse de couleur foncée et une substance cristallisable incolore, nommée *kaempféride*. (Voy. tome IV, page 643.)

On isole le kaempféride en reprenant ce résidu par l'alcool, soumettant la liqueur à l'évaporation et décantant les eaux mères aussitôt que la substance résineuse s'est déposée. (Brandes.)

AMOMUM ZEDOARIA (*Zédoaire*).

Il existe trois sortes de zédoaires : la *zédoaire longue*, la *zédoaire ronde* et la *zédoaire jaune*.

Digitized by Google

La racine de zédoaire longue est grisâtre, recouverte d'une peau ridée; son odeur ressemble à celle du gingembre; sa saveur est camphrée et amère. Elle contient en centièmes :

Essence	1,42
Résine	3,60
Extrait amer	10,75
Gomme	4,50
Mucilage	9,00
Amidon	11,60
Substance indéterminée	31,20
Ligneux	12,89
Eau	15,00
	99,96

(BUCHOLZ.)

L'essence que renferme la racine de zédoaire est épaisse, trouble, de couleur jaune, d'une odeur qui se rapproche de celle du camphre, d'une saveur aromatique et amère. L'alcool et l'éther la dissolvent facilement. Elle paraît contenir deux huiles dont l'une est plus dense et l'autre plus légère que l'eau.

On ne connaît pas encore la composition de la zédoaire jaune et de la zédoaire ronde.

AMOMUM ZINGIBER (*Gingembre*).

On trouve dans le commerce deux variétés de gingembre : le *gingembre gris* et le *gingembre blanc*.

Le gingembre gris se compose, en général, de deux ou trois tubercules ovoïdes articulés, que recouvre un épiderme d'un gris jaunâtre marqué d'anneaux peu apparents. Cette racine possède une odeur aromatique et une saveur désagréable. Elle provoque l'éternument lorsqu'elle s'introduit à l'état de poudre dans les fosses nasales. Sa composition n'a pas encore été déterminée.

Le gingembre blanc est plus allongé, plus plat et plus ramifié que le gingembre gris. Il est recouvert d'une écorce jaunâtre que l'on enlève facilement. Son odeur est aromatique, sa saveur brûlante. Il renferme :

Huile volatile	1,56
Extrait soluble dans l'alcool	0,65
Extrait insoluble dans l'alcool	10,50
Gomme	12,50
Amidon	19,75

Digitized by Google

Mucilage	8,36
Ligneux	8,00
Matières solubles dans la potasse	26,00
Eau	11,90
Résine	3,60

(BUCHOLZ.)

CUCURBITACÉES.

BRYONIA ALBA (*Bryone*).

La bryone possède une racine blanche et charnue qui contient une essence, de la résine, de l'albumine, de la gomme, du malate et du carbonate de chaux, divers autres sels inorganiques, enfin une substance particulière, la *bryonine*, dont nous avons déjà décrit les propriétés.

La bryonine se précipite quand on verse du sous-acétate de plomb dans un extrait aqueux de racine de bryone. Elle est alors combinée avec l'oxyde de plomb. Pour l'isoler, il faut décomposer le précipité par l'acide sulfhydrique, évaporer à sec la liqueur filtrée, et reprendre le résidu par l'alcool.

On peut encore obtenir la bryonine par la méthode suivante : La racine de bryone est fortement comprimée ; il en sort un suc, qu'on laisse éclaircir par le repos. Le suc est ensuite porté à l'ébullition, filtré et soumis à l'évaporation. Il donne un résidu, qu'on fait digérer avec de l'alcool. L'extrait alcoolique est à son tour évaporé à sec. La bryonine impure forme le résidu. On reprend cette substance par de l'eau ; enfin on évapore convenablement la dissolution aqueuse. (Dulong.)

Voici la composition de la racine de bryone :

Bryonine avec traces de sucre	1,90
Résines et cire	3,40
Matières sucrées	10,00
Gomme	14,90
Amidon	2,00
Acide pectique	2,50
Fécule	1,00
Albumine	6,20
Mucilage	0,27
Matières extractives	1,70
Phosphates de magnésie et d'alumine	0,50
Malate de magnésie	1,00
Fibre végétale	15,25
Eau	20,00

(BRANDES et FIRNHABER.)

Digitized by Google

ARISTOLOCHIÉES.

ASARUM EUROPEUM (*Cabaret*).

La racine de cette plante est grise, d'une odeur et d'une saveur poivrée. Elle présente la composition suivante :

Amidon	2,048
Mucilage	0,974
Albumine	0,036
Matière extractive	3,972
Acide titanique (sans doute accidentel)	1,072
Asarine	1,172
Essence souillée d'arsenic	0,630
Résine	0,156
Acide citrique	0,316
Citrate de potasse	0,942
Citrate de chaux	1,502
Citrate de magnésie	0,118
Chlorure de potassium	0,117
Sulfate de potasse	1,090
Phosphates	0,254
Fibre végétale	12,800
Eau	74,600
	101,799

L'essence contenue dans cette racine, nommée *essence de cabaret* (voy. t. V, p. 274), peut s'obtenir par distillation de l'extrait alcoolique de la racine; il cristallise en même temps, dans le col de la cornue, une matière camphrée que l'on peut obtenir en distillant la racine de cabaret avec de l'eau.

Les propriétés de l'asarine ont été décrites tome V, page 266. Nous indiquerons ici quelques nouveaux caractères de cette substance.

Quand on maintient pendant quelque temps l'asarine à la température de 280°, elle entre en ébullition et perd la propriété de cristalliser par le refroidissement. L'asarine passe également à l'état amorphe lorsqu'on la fait bouillir avec de l'alcool.

La modification amorphe de l'asarine se décompose vers 300° et n'est pas entraînée par la vapeur d'eau.

L'acide sulfurique colore l'asarine en rouge.

(Blanchet et Sell; M. Schmidt.)

Digitized by Google

ARISTOLOCHIA SERPENTARIA (*Aristoloche*, ou *Serpentaire de Virginie*).

La serpentaire possède une racine rampante et fibreuse composée de filaments blanchâtres dont l'odeur et la saveur se rapprochent de celles du camphre des laurinées. Elle contient les principes suivants :

Huile volatile,
Résine,
Extrait jaune (*aristolochine* ou *serpentarine* impure),
Gomme,
Amidon,
Albumine,
Phosphate et malate de chaux,
Ligneux. (M. CHEVALLIER.)

L'analyse quantitative a donné :

Huile volatile	0,50
Résine	2,80
Matières extractives	19,80
Ligneux	62,40
Eau	14,50
	100,00

(BUCHOLZ.)

La racine de serpentaire, dont on se sert en médecine, est employée par les sauvages de l'Amérique du Nord pour guérir de la morsure des serpents. La substance, qui agit dans ce cas, est contenue dans l'extrait jaune que l'on obtient en précipitant une décoction aqueuse de cette racine par l'acétate de plomb, lavant le précipité, le reprenant par l'alcool, évaporant la liqueur jusqu'à siccité et épuisant le résidu par l'eau bouillante. La solution ainsi préparée est d'un beau jaune d'or, amère et irritante. Elle brunit sous l'influence des alcalis et donne un précipité abondant avec le sous-acétate de plomb. Elle laisse, quand on l'évapore, une matière résineuse et amère nommée *aristolochine* ou *serpentarine*. (M. Chevallier.)

On vend quelquefois dans le commerce, sous le nom de *serpentaire de Virginie*, une racine qui présente une certaine analogie avec celle de l'*Aristolochia serpentaria :* cette fraude se reconnaît au peu d'odeur et à la texture intérieure de la fausse serpentaire. (M. Guibourt.)

Digitized by Google

POLYGONÉES.

RHEUM PALMATUM (*Rhubarbe*).

La racine de rhubarbe se trouve dans le commerce en morceaux arrondis, cylindriques et veinés comme du marbre : elle est rouge à l'intérieur et d'un jaune sale à l'extérieur ; son odeur est désagréable, sa saveur âcre et amère. Elle colore la salive en jaune orangé.

Voici la composition de la racine de rhubarbe :

Pectine et amidon	10,55
Sels et fibres végétales	56,00
Acide chrysophanique (rumicine, jaune de rhubarbe)	7,50
Phaïorétine, aporétine, érythrorétine	15,94
Acides gallique et tannique	6,50
Sucre et eau	3,51
	100,00

Les propriétés de l'aporétine, de la phaïorétine et de l'érythrorétine ont été étudiées précédemment.

RUMEX PATIENTIA (*Patience*).

Cette racine présente la composition suivante :

Cire et matière grasse	1,40
Résine	0,40
Gomme, mucilage, sucre	16,00
Amidon	1,60
Acide tannique	3,00
Substance particulière	11,80
Matières extractives	17,40
Malates, sulfates et phosphates de potasse et de chaux	1,80
Oxalate de chaux	0,80
Soufre	0,20
Fibre végétale, huile volatile, eau, perte	45,60
	100,00

(M. HERBERGER.)

Elle contient une substance particulière cristallisable, à laquelle on a donné le nom de *rumicine*. (Geiger.)

La rumicine paraît identique avec l'acide chrysophanique que renferme la racine de rhubarbe.

Digitized by Google

BETA ALTISSIMA (*Betterave*).

Nous avons déjà fait connaître la composition chimique et le mode de culture de la betterave. Il nous reste, pour compléter l'étude de cette racine, à décrire quelques nouveaux procédés employés pour en extraire le jus.

Pendant longtemps le lavage méthodique de la betterave, opéré dans le but d'en retirer le suc, n'a pas donné de résultats satisfaisants. Mais, dans ces dernières années, on est parvenu, en combinant l'ancien procédé des presses, avec le système de lévigation, à retirer de cette racine une proportion de jus plus considérable que celle obtenue par la compression seule.

Deux appareils ont été proposés pour opérer cette extraction : le premier est dû à M. Claëz; le second, à M. Schützembach.

Appareil de M. Claëz. — La pulpe est introduite, au sortir des râpes, dans des vases dont la partie inférieure, fermée par une toile métallique, permet l'écoulement du jus. Ces vases sont suspendus dix par dix à des tringles fixées horizontalement, par leurs extrémités, aux anneaux de deux chaînes sans fin verticales, s'enroulant sur des poulies animées d'un mouvement de rotation lent et uniforme. Un filet d'eau, arrivant d'une certaine hauteur, tombe dans les vases de la première rangée, épuise la pulpe qui s'y trouve, passe dans les vases de la deuxième rangée, dont il enlève partiellement la matière sucrée, puis dans ceux de la troisième rangée, et ainsi de suite; de façon qu'en sortant de la dernière, il se trouve presque aussi chargé de sucre que le jus naturel. Par suite du mouvement de la chaîne, les vases de la deuxième rangée prennent la place de ceux de la première, puis sont remplacés par ceux de la troisième, et ainsi de suite. A mesure que la pulpe des diverses rangées est épuisée, on la mêle avec de la betterave nouvellement râpée, à laquelle elle fournit une certaine quantité d'eau. Le mélange des deux pulpes est comprimé sous la presse, où il donne un jus presque aussi riche en matière sucrée que celui qu'on obtiendrait avec des betteraves non lavées.

En résumé, dans l'appareil de M. Claëz, la plus grande partie de la pulpe est épuisée par l'eau; et le mélange, que l'on fait en dernier lieu, de la pulpe épuisée par le lavage avec celle qui ne l'a été que par la compression, n'a d'autre but que de diminuer la quantité d'eau que contient la première de ces pulpes, et de la rendre propre ainsi à la nourriture des bestiaux.

Appareil de M. Schützembach. — L'appareil de M. Schützembach présente une certaine analogie avec celui que l'on emploie pour épuiser.

Digitized by Google

au moyen d'un lavage méthodique, les soudes ou les matériaux salpêtrés. Il se compose de douze vases étagés de 1000 litres environ de capacité, et qui déversent leur contenu de la partie inférieure de l'un dans la partie supérieure de l'autre au moyen d'un tube en S. Un robinet, placé au bas de ce tube, permet d'interrompre l'écoulement; et un second robinet, adapté au fond du vase, en laisse vider à volonté tout le liquide dans le réservoir à jus. A une certaine distance du fond de chaque vase, se trouve un clayonnage en toile métallique destiné à supporter la pulpe. Le centre de ce clayonnage est disposé de façon à laisser passer une tige de fer dirigée suivant l'axe du vase et pouvant être animée d'un mouvement de rotation. Une barre transversale, garnie de dents montantes, et fixée à cet axe au niveau du clayonnage, remue en tournant la pulpe de betterave, ce qui facilite son contact avec l'eau. Entre les dents de cette barre transversale s'insèrent les dents d'une autre barre placée au niveau supérieur de la couche de pulpe, et destinée également à renouveler le plus possible le contact des surfaces. Cette seconde barre est mise en mouvement par le même axe. Elle est surmontée d'un couvercle percé comme une écumoire et qui empêche la pulpe de s'élever au-dessus des dents. Deux brosses de chiendent, fixées transversalement au même axe, et tournant avec lui, passent, l'une au-dessus, l'autre au-dessous des faux-fonds, détruisent la mousse et dégagent les ouvertures. En un mot, chaque vase est muni de deux faux fonds immobiles, de deux brosses et de deux râteaux tournants.

Pour procéder à l'épuisement, après avoir placé 300 kilogrammes de pulpe entre les deux faux fonds, on fait arriver de l'eau jusqu'aux deux tiers du premier vase, et l'on met l'axe en mouvement. Au bout d'un certain temps, le robinet du tube en S est ouvert, le liquide s'écoule dans le deuxième vase, épuise la pulpe qui s'y trouve, et passe dans le troisième, où il opère le même épuisement, et ainsi de suite jusqu'au huitième. Le liquide est alors presque aussi chargé de sucre que le jus naturel; on en fait écouler 330 litres dans la chaudière à défécation, tandis que le reste est versé sur le neuvième vase rempli de pulpe nouvelle.

La pulpe du premier vase est retirée, soumise à l'action de la presse, et portée aux silos, jusqu'au moment où les bestiaux la consommeront.

On fait arriver dans le deuxième vase de l'eau, qui passe ensuite dans le troisième, et successivement jusque dans le neuvième. Dès que le neuvième vase est rempli, on enlève la pulpe épuisée du deuxième, pour la porter aux presses; 330 litres de jus sont soutirés du neuvième vase et versés dans les cuves à défécation, tandis que l'excès de ce jus se rend dans le dixième vase.

En opérant ainsi, les quatre premiers vases sont vides lorsque le jus arrive dans le douzième. A ce moment, le liquide ne se trouvant plus assez concentré pour être traité dans la cuve à défécation,

Digitized by Google

on l'élève au moyen d'une pompe jusqu'au premier vase, qui a été rempli de pulpe nouvelle, et l'opération recommence comme la première fois.

Ce nouveau lévigateur présente, sur tous ceux qui l'ont précédé, l'avantage d'épuiser uniformément la pulpe et de faire éviter les pertes causées par les fermentations lactique et visqueuse. Les fabricants qui l'ont introduit dans leurs sucreries l'emploient avec grand avantage.

Procédé de M. Tilloy. — M. Tilloy place les betteraves dans des sacs de toile, les soumet à l'action de la presse, plonge ensuite les sacs dans une eau chargée de tannin, les comprime de nouveau, et se sert du jus qui en sort pour immerger d'autres sacs. Il obtient ainsi :

Pour la première pression	78 de jus.
Pour la deuxième pression.	10
Pour la troisième pression	7
En tout, pour 100 de betteraves	95 de jus.

Nouveau mode de traitement du jus de betterave, par M. Rousseau.

On se rappelle que pour éviter l'altération du sucre il faut additionner le jus qui sort de la presse d'une petite quantité de chaux et le porter ensuite, aussi promptement que possible, à la température de 95°. Alors les acides se précipitent à l'état de sels de chaux, et l'albumine, qui aurait pu agir comme ferment, devient inactive. Le petit excès de chaux employé dans cette opération forme avec le sucre du sucrate de chaux, qui est éliminé pendant les divers traitements que subit le sucre avant d'être livré au commerce.

En remarquant la fixité du sucrate de chaux, M. Kulhmann eut l'idée de se servir d'un excès de chaux dans l'opération précédente et de soumettre ensuite le sucrate de chaux à l'évaporation par les procédés ordinaires. Ce chimiste espérait ainsi éviter les pertes qui ont lieu pendant la concentration, et supprimer en outre l'emploi du noir animal. Le sucrate de chaux, décomposé par un acide, devait fournir du sucre pur et d'une grande blancheur. Mais les essais opérés dans l'industrie ne donnèrent pas de résultats satisfaisants, et le procédé de M. Kulhmann fut abandonné.

Dans ces dernières années, M. Rousseau a repris les expériences de M. Kulhmann, et il est parvenu à déterminer les conditions favorables au traitement du jus de betterave par la chaux.

Voici comment ce traitement est conduit dans un certain nombre d'usines :

Digitized by Google

Le jus, extrait des betteraves par les moyens ordinaires, est additionné de 2,5 pour 100 de chaux éteinte et mise en suspension dans une petite quantité d'eau. On porte le mélange à la température de 95°, puis on le fait écouler dans une caisse dont le fond, d'étoffe pelucheuse, est chargé de noir animal. Le sirop limpide qui filtre est reçu dans une chaudière à double fond échauffée par la vapeur, et dans laquelle doit s'opérer l'élimination de la chaux par de l'acide carbonique.

Dans ce but, un mélange de coke et de charbon de bois enflammé est placé sur la grille d'un four clos, et maintenu en combustion par l'air qu'une pompe lance continuellement sur le foyer. L'azote et l'acide carbonique produit sortent par un tube de fonte, traversent un flacon laveur où se déposent la cendre entraînée et les vapeurs condensables, puis se rendent dans la chaudière remplie de sucrate de chaux. La décomposition s'opère rapidement; il se précipite du carbonate de chaux, et le sucre, mis en liberté, reste dans la liqueur. La mousse qui se forme au commencement de l'opération diminue peu à peu et finit par disparaître complétement. On porte alors la masse à l'ébullition pour chasser l'excès d'acide carbonique, puis on la filtre sur du noir animal.

Le sirop filtré est évaporé jusqu'à ce qu'il marque 31°, passé encore une fois sur le noir animal, et soumis enfin à la cuite.

Le sucre obtenu est blanc, plus abondant et d'une saveur plus agréable que celui qui a été fabriqué par la méthode ordinaire. En outre, la quantité de noir animal employée pour le clarifier est réduite à 0,2 de ce qu'elle est dans l'ancien procédé. Enfin les incrustations calcaires des appareils se trouvent totalement évitées.

Procédé de M. Dubrunfaut pour extraire le sucre des mélasses.

Dans ces derniers temps, M. Dubrunfaut a trouvé le moyen d'extraire du sucre cristallisable des mélasses brunes et impures, dont la plupart des fabricants ne trouvent l'emploi que dans les distilleries où l'on prépare l'alcool. Voici par quel procédé cet habile industriel arrive à ce résultat.

La mélasse est additionnée d'un excès de sulfure de baryum dissous et de soude : il se produit du sulfure de sodium et du sucrate de baryte qui se précipite, parce qu'il est insoluble dans le sulfure de baryum en excès. Ce sucrate de baryte est recueilli sur un filtre, lavé, comprimé et décomposé par l'acide sulfureux, qui met le sucre en liberté. La liqueur filtrée, soumise à l'évaporation, donne du sucre presque pur qu'on raffine par les procédés ordinaires.

Le précipité de sulfite de baryte, débarrassé par des lavages du sucre

Digitized by Google

qu'il renferme, est converti en sulfure de baryum, qui sert à produire de nouveau sucrate de baryte.

Cette méthode a été appliquée dans plusieurs usines, où elle a donné des bons résultats.

M. Dubrunfaut l'a simplifiée en remplaçant le sulfure de baryum par la baryte hydratée, et en décomposant ensuite le sucrate de baryte par l'acide carbonique. Toutefois l'extraction du sucre des mélasses a été abandonnée depuis que le sucre ainsi obtenu a été taxé comme celui qui provient directement du jus de betterave.

Nous indiquons, en terminant l'étude de la betterave et des produits qu'on en extrait, les quantités de sucre trouvées dans cette racine.

Tableau de la quantité de sucre contenue dans 100 parties de betterave.

Betterave blanche de Bondues	5,8
Betterave blanche de Bondues	6,2
Betterave blanche de Bondues	6,8
Betterave blanche de Bondues	7,2
Betterave blanche de Bondues	7,2
Betterave blanche de Bondues	7,5
Betterave blanche de Bondues	8,0
Betterave blanche de Bondues	8,0
Betterave blanche de Bondues	8,3
Betterave blanche de Bondues	8,5
Betterave blanche de Bondues	9,0
Betterave blanche de Bondues	9,2
Betterave rose	9,8
Betterave rose de Bondues	9,8
Betterave blanche de Famars, près Valenciennes	7,2
Betterave rouge (même champ)	6,6
Betterave blanche à peau rose (même champ)	9,2
Betterave rose de Famars	9,8
Betterave blanche de Famars	8,5
Betterave jaune, dite de Castelnaudary, de Famars	9,0
Betterave rouge de Famars	9,0
Betterave petite graine de deux ans	0,0
Betterave rose montée de un an	7,5
Betterave blanche des environs de Dunkerque	8,2
Betterave à peau rose des environs de Dunkerque	9,5
Betterave blanche de la fabrique de M. Crespel, à Arras	9,5
Betterave à peau rose de la fabrique de M. Crespel, à Arras	10,0

(PELOUZE.)

Digitized by Google

Betterave blanche de Silésie	11,40
	9,43
	9,55
	7,43
Betterave de Sibérie	5,86
	5,10

(M. HERMANN.)

CARYOPHYLLÉES.

SAPONARIA OFFICINALIS (*Saponaire*).

La saponaire possède une racine jaunâtre couverte d'un épiderme gris. Cette racine a une saveur qui paraît douce d'abord et ensuite d'une âcreté insupportable. Elle est composée, en centièmes, de :

Résine	0,25
Saponine impure	34,00
Gomme	33,00
Fibre ligneuse	22,25
Extrait	0,25
Eau	13,00
	102,75

(BUCHOLZ.)

Les propriétés de la saponine ont été décrites précédemment.

CRUCIFÈRES.

NAVET.

Le navet, soumis à la dessiccation, perd 25 pour 100 d'eau. Le résidu présente en centièmes la composition suivante :

Carbone	42,93	42,80
Hydrogène	5,61	5,54
Azote	41,68	42,40
Oxygène	2,20	1,68
Cendres	7,58	7,58
	100,00	100,00

(M. BOUSSINGAULT.)

Digitized by Google

Il laisse à l'incinération des cendres formées de :

Potasse	33,7
Soude	4,1
Chaux	10,9
Magnésie	4,3
Acide sulfurique	10,9
Acide phosphorique	6,1
Acide carbonique	14,0
Silice	6,4
Chlore	2,9
Oxyde de fer, alumine	1,2
Charbon, humidité, perte	5,5
	100,0

(M. BOUSSINGAULT.)

Lorsqu'on exprime le navet, il en sort un suc incolore qui offre une certaine analogie avec celui de la betterave. Ce suc, chauffé vers 100°, dépose de l'albumine coagulée. Si on l'abandonne longtemps à lui-même, il brunit et dépose des cristaux de sucre, dont la proportion s'élève souvent à 6 ou 8 pour 100 du poids du navet.

FUMARIACÉES.

CORYDALIS TUBEROSA (*Corydale*).

L'analyse de cette racine a donné les résultats suivants :

Albumine	1,84
Malate de *corydaline*, sucre, chlorure de potassium	17,78
Amidon	21,10
Résine et matière grasse	0,81
Gomme et malate de chaux, sulfate de potasse	9,21
Fibre ligneuse	49,20
	99,94

(M. WACKENRODER.)

La corydaline est une base organique dont les propriétés ont déjà été décrites : elle se dépose à l'état impur, lorsqu'on ajoute un alcali dans l'extrait aqueux de la racine de corydale. Pour la purifier, il faut reprendre le précipité par l'alcool, évaporer à sec, traiter le résidu par l'acide sulfurique, et saturer la liqueur acide par la potasse; la corydaline à peu près pure est mise en liberté.

Digitized by Google

RENONCULACÉES.

PÆONIA OFFICINALIS (*Pivoine*).

La pivoine mâle présente une racine napiforme, de couleur rouge, d'une odeur de raifort, et qui contient :

Amidon	13,86
Sucre incristallisable	2,80
Matière albumineuse	1,60
Huile grasse	0,26
Gomme et tannin	0,12
Oxalate de chaux	0,76
Phosphate et malate de chaux	1,80
Malate de potasse	0,06
Sulfate de potasse	0,02
Fibre ligneuse	11,46
Eau	67,94

(M. MORIN.)

HELLEBORUS HIEMALIS (*Hellébore noir*).

La racine d'hellébore noir renferme une essence, une huile grasse, une résine, de la cire, de la gomme, de l'acide gallique, de la chaux, de l'alumine et une substance organique cristallisable, à laquelle on a donné le nom d'*helléborine*.

L'helléborine est neutre aux réactifs colorés, d'une saveur âcre et amère; elle se dissout dans l'eau, l'alcool, l'éther, l'acide azotique et l'acide sulfurique; ces deux acides la décomposent lorsqu'ils sont concentrés.

L'iodure de potassium, l'acétate de plomb et le bichlorure de mercure ne produisent pas de précipité dans les dissolutions d'helléborine.

On obtient l'helléborine en épuisant la racine d'hellébore par l'alcool, étendant l'extrait alcoolique d'une certaine quantité d'eau, afin de précipiter la résine, et concentrant ensuite la liqueur filtrée.

(M. BASTICK.)

BERBÉRIDÉES.

BERBERIS VULGARIS (*Épine-vinette*).

La racine d'épine-vinette renferme une matière colorante jaune, la *berbérine*, dont nous avons déjà étudié les propriétés.

Digitized by Google

On y trouve, en outre, une base organique cristallisable, l'*oxyacanthine*, qui a été découverte par M. Polex. (Voyez tome IV, page 457.)

L'oxyacanthine est contenue dans l'extrait alcoolique de la racine d'épine-vinette. Pour l'isoler, il faut ajouter de l'eau dans cet extrait, évaporer l'alcool, afin de précipiter une matière résineuse, filtrer et concentrer la liqueur. Il se dépose des cristaux de berbérine, tandis que l'oxyacanthine reste dans les eaux mères. Celles-ci, étant mélangées avec de l'eau et additionnées de carbonate de soude, laissent précipiter l'oxyacanthine. On purifie cette base en la transformant en sulfate et en décolorant ce sel par le charbon animal. Un alcali versé alors dans sa dissolution aqueuse en sépare l'oxyacanthine pure.

Voici les différentes substances que renferme la racine d'épine-vinette :

Huile,
Cire,
Graisse,
Chlorophylle,
Résine,
Berbérine,
Oxyacanthine,
Gomme,
Malates et phosphates,
Fibre ligneuse.

(MM. Buchner et Herberger, M. Polex.)

MÉNISPERMACÉES.

MENISPERMUM PALMATUM (*Racine de colombo*).

Cette racine se trouve dans le commerce en rondelles de 3 à 8 centimètres de diamètre et de 5 à 6 centimètres de longueur. Elle est recouverte d'un épiderme brun ou d'un gris jaunâtre. Sa saveur est amère et son odeur désagréable. Elle renferme :

Substance amère combinée avec de la berbérine. . . .	12,2
Berbérine et résine.	5,0
Cire.	1,2
Gomme.	4,7
Amidon	25,0
Pectine.	17,4
Fibre végétale.	21,6
Eau, sels et perte.	12,9
	100,0

(M. Buchner.)

La substance amère que contient la racine de colombo a été nommée

Digitized by Google

colombine (voy. tome IV, page 642). Pour l'obtenir, il faut épuiser la racine de colombo par l'alcool à 75°, évaporer l'extrait alcoolique au bain-marie et reprendre le résidu par l'eau. La liqueur, agitée avec de l'éther, cède la colombine à ce dissolvant.

On purifie la colombine par des cristallisations répétées dans l'éther.

POLYGALÉES.

KRAMERIA TRIANDRA (*Ratanhia*).

La racine de ratanhia est ligneuse, d'un rouge brun, d'une saveur amère. Elle contient un acide particulier, l'acide *kramérique*, dont les propriétés ont été décrites précédemment.

POLYGALA SENEGA.

La racine du *Polygala senega* est grisâtre à l'extérieur, blanche à l'intérieur, d'une odeur désagréable et d'une saveur fade, qui devient âcre et piquante.

Cette racine, soumise à l'analyse, a donné les résultats suivants :

Résine	7,50
Sénéguine (acide polygalique)	6,15
Matière extractive	26,85
Gomme et albumine	9,50
Ligneux	46,00
Perte	4,00
	100,00

(GEHLEN.)

Les principales propriétés de l'acide polygalique ont été indiquées (t. IV, p. 348). On obtient cet acide en épuisant la racine de polygala par l'alcool, évaporant l'extrait à consistance sirupeuse et agitant le résidu avec de l'éther. Le dépôt qui se forme quand le mélange est abandonné à lui-même se compose d'acide polygalique impur. Pour purifier cet acide, on le met en suspension dans l'alcool étendu et froid, puis on le reprend par l'alcool bouillant. La solution décolorée par le noir animal abandonne l'acide polygalique à mesure qu'elle se refroidit. (M. Quevenne.)

MALVACÉES.

ALTHÆA OFFICINALIS (*Guimauve*).

La racine de guimauve est charnue, blanche à l'intérieur, et recouverte d'un épiderme jaunâtre. Son odeur est douce, sa saveur faiblement sucrée.

Digitized by Google

Cette racine contient une substance cristallisable que l'on a crue longtemps particulière à la guimauve, et à laquelle on avait donné le nom d'*althéine;* mais on sait aujourd'hui que l'althéine est identique avec l'asparagine, découverte par Vauquelin et Robiquet dans les asperges.

Voici la composition de la racine de guimauve :

Huile grasse	1,21
Gluten	1,59
Sucre incristallisable et asparagine	8,04
Matière végétale et gomme	27,48
Amidon	39,75
Pectine	13,88
Phosphate de chaux	9,25
Fibre végétale	9,63

(M. BUCHNER.)

GRANATÉES.

PUNICA GRANATUM (*Grenadier*).

La racine de grenadier renferme une matière cristallisable nommée *grenadine*. On y rencontre en outre une substance amère qui a reçu le nom de *punicine*. (M. Righini.)

ROSACÉES.

TORMENTILLA ERECTA (*Tormentille*).

La tormentille est d'un brun rougeâtre, dure et pesante. Elle renferme :

Essence	traces
Cire	0,712
Résine	5,445
Tannin	17,400
Matière colorante rouge	18,050
Matière colorante altérée	2,575
Substance analogue à la gomme, sels de chaux, et traces de tannin	5,120
Gomme	28,200
Fibre ligneuse	15,000
Eau	6,450

(MEISSNER.)

Digitized by Google

GEUM URBANUM (*Benoîte*).

Cette racine est arrondie, de la grosseur d'une plume, d'une saveur amère et astringente, d'une odeur de girofle. Elle contient :

Huile volatile	0,04
Résine	4,00
Tannin	41,00
Matière gommeuse	25,00
Fibre ligneuse	30,00

(TROMMSDORF.)

On trouve en outre dans la racine de benoîte une matière amère nommée *géine*. (M. Buchner.)

LÉGUMINEUSES.

GLYCYRRHIZA GLABRA (*Réglisse*).

La racine de réglisse renferme un principe sucré, nommé *glycyrrhizine*, dont les propriétés ont été décrites précédemment. On y rencontre aussi de l'asparagine.

ONONIS SPINOSA (*Bugrane*).

La racine de bugrane renferme :

Gomme	4,2
Albumine végétale	1,0
Chaux, magnésie et potasse combinées avec un acide végétal	2,0
Amidon	2,4
Substance amère précipitable par de l'acide tannique	0,8
Substance sucrée et amère précipitable par de l'acide sulfurique (ononine)	1,9
Huile essentielle	quantité indét.
Huile grasse avec matière opalescente	0,9
Résine soluble dans l'éther	0,8
Substance semblable à la cire, insoluble dans l'éther froid	0,2
Résine cassante soluble dans l'alcool froid	1,3
Substance amylacée, soluble dans la potasse	17,8
Fibre végétale	44,2
Eau	42,0
	9,95

(M. REINSCH.)

Digitized by Google

Ononine. $C^{62}H^{34}O^{27}$. — L'ononine est cristallisable, fusible, peu soluble dans l'eau, plus soluble dans l'alcool. L'acide azotique la convertit en acide oxalique; l'acide sulfurique la dissout en prenant une teinte jaune qui passe bientôt au rouge-cerise.

L'ononine, mise en présence de l'eau de baryte, donne de l'acide formique et une substance nouvelle qui a reçu le nom d'*onospine :* l'eau intervient seule dans la réaction.

$$\underbrace{C^{62}H^{34}O^{27}}_{\text{Ononine.}} + 2HO = \underbrace{C^{60}H^{34}O^{25}}_{\text{Onospine.}} + \underbrace{C^{2}HO^{3},HO}_{\text{Ac. formique.}}.$$

Sous l'influence de l'acide chlorhydrique étendu et bouillant, l'ononine se transforme en glucose et en un corps particulier nommé *formonétine :*

$$\underbrace{C^{62}H^{34}O^{27}}_{\text{Ononine.}} = \underbrace{C^{50}H^{20}O^{13}}_{\text{Formonétine.}} + \underbrace{C^{12}H^{14}O^{14}}_{\text{Glucose.}}.$$

Pour obtenir l'ononine, on précipite par l'acétate de plomb l'extrait aqueux de la racine de bugrane. Il se forme un précipité blanc qui renferme l'ononine. Ce précipité, mis en suspension dans l'eau, est décomposé par l'acide sulfhydrique : l'ononine se dépose avec le sulfure de plomb. On la sépare alors de ce sulfure au moyen de l'alcool, puis on la purifie par cristallisation.

Onospine. $C^{60}H^{34}O^{25}$. — L'onospine est blanche, cristalline, fusible à 162°, très soluble dans l'eau et l'alcool bouillants. L'acide sulfurique concentré la dissout en se colorant en jaune; la liqueur devient d'un beau rouge quand on l'additionne d'une petite quantité de peroxyde de manganèse.

L'acide sulfurique étendu la transforme en glucose et en un corps nouveau, qui a reçu le nom d'*ononétine :*

$$\underbrace{C^{60}H^{34}O^{25}}_{\text{Onospine.}} + 2HO = \underbrace{C^{12}H^{14}O^{14}}_{\text{Glucose.}} + \underbrace{C^{48}H^{22}O^{12}}_{\text{Ononétine.}}.$$

L'acide chlorhydrique opère le même dédoublement.

Les alcalis dissolvent facilement l'onospine; la dissolution ammoniacale la dépose en cristaux, par l'évaporation au contact de l'air.

L'onospine réduit les sels de cuivre dissous dans la potasse.

Ononétine. $C^{48}H^{22}O^{13}$. — L'ononétine forme des aiguilles brillantes, peu solubles dans l'eau, plus solubles dans l'alcool et dans les alcalis; la dissolution ammoniacale d'ononétine prend une teinte verte au contact de l'air.

L'acide sulfurique dissout facilement l'ononétine; la liqueur se colore en rouge par l'addition du peroxyde de manganèse.

Digitized by Google

Formonétine. $C^{50}H^{20}O^{13}$. — Le nom de *formonétine* vient de ce que cette substance peut être considérée comme de l'ononétine unie aux éléments de l'acide formique.

La formonétine est cristallisable, soluble dans l'alcool bouillant ; les alcalis la dédoublent en acide formique et en ononétine :

$$\underbrace{C^{50}H^{20}O^{13}}_{\text{Formonétine.}} + 4HO = \underbrace{C^{48}H^{22}O^{13}}_{\text{Ononétine.}} + \underbrace{C^{2}HO^{3},HO}_{\text{Ac. formique.}}$$

En se précipitant pendant la réaction de l'acide chlorhydrique sur l'ononine, la formonétine entraîne avec elle une partie de cette substance, du glucose, et une petite quantité d'acide chlorhydrique. Pour la purifier, il faut la dissoudre dans l'ammoniaque, ajouter un faible excès d'acide chlorhydrique dans la liqueur, comprimer dans du papier le précipité qui se forme, et le faire cristalliser ensuite dans l'alcool.

La substance cireuse trouvée dans la racine de bugrane cristallise en aiguilles brillantes, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool bouillant. On lui a donné le nom d'*onocérine*.

Pour obtenir l'onocérine, on épuise la racine de bugrane par l'alcool. L'extrait, évaporé à consistance sirupeuse, donne l'onocérine, qu'on purifie par cristallisation. (M. Hlasiwetz.)

LATHYRUS TUBEROSUS (*Gesse*).

Les tubercules de cette plante servent souvent de comestible. Ils renferment :

Amidon	16,80
Sucre cristallisable	6,00
Huile grasse	0,18
Albumine	2,80
Matière azotée	3,00
Oxalate de chaux	0,36
Phosphate de chaux	0,10
Sulfate de potasse	0,04
Phosphate de potasse	0,02
Chlorure de potassium	0,02
Malate de potasse	0,04
Fibre ligneuse	5,04
Eau	65,60
	100,00

(BRACONNOT.)

Digitized by Google

OMBELLIFÈRES.

DAUCUS CAROTA (*Carotte*).

Cette racine contient :

Sucre cristallisable	8,13
Fécule	1,38
Inuline	1,00
Albumine	0,86
Cellulose	4,63
Eau	84,00
	100,00

(M. Sacc.)

Elle fournit, par expression, un suc jaunâtre qui laisse, lorsqu'on le dessèche, 0,629 pour 100 de résidu.

L'analyse de ce résidu a donné les résultats suivants :

Albumine	0,435
Huile grasse	0,100
Carotine	0,034
Phosphates terreux	0,060
	0,629

La carotine est une matière colorante rouge, dont les propriétés ont été étudiées (t. V, p. 545).

La carotte est un légume nourrissant, à cause de sa richesse en sucre et en inuline. Le corps huileux qu'elle renferme lui donne des propriétés toniques. (M. Sacc.) (Vauquelin, Wackenroder.)

IMPERATORIA OSTRUTHIUM (*Impératoire*).

Cette racine présente la composition suivante :

Résine (impératorine, peucédanine)	0,2
Huile grasse et huile volatile	16,0
Extrait soluble dans l'eau et l'alcool	5,6
Extrait soluble dans l'eau, gomme et sels	8,8
Extrait soluble dans l'eau bouillante et amidon	9,2
Fibre végétale	41,2
Eau et perte	19,0
	100,0

(M. Keller.)

Digitized by Google

La peucédanine est une substance cristallisable, qui a été étudiée (t. IV, p. 645). Elle se rencontre dans l'extrait alcoolique de la racine d'impératoire. On l'isole en évaporant cet extrait jusqu'à siccité, lavant successivement le résidu avec de l'eau et de l'alcool, et le reprenant par l'éther qui dissout seulement la peucédanine.

ANGELICA ARCHANGELICA (*Angélique*).

La racine d'angélique est blanche à l'extérieur et grise à l'intérieur; son odeur ressemble à celle du musc; sa saveur est âcre et persistante. Nous avons déjà dit que la racine d'angélique contient de l'acide valérianique, et peut servir à l'extraction de cet acide. Elle renferme en outre un acide particulier, l'acide angélique, dont les propriétés ont été décrites (t. V, p. 269).

Lorsqu'on traite la racine d'angélique par l'eau, ce dissolvant prend l'odeur et la saveur aromatique de la plante.

L'alcool et l'éther extraient de la racine d'angélique plusieurs principes actifs, parmi lesquels se trouve une substance cristallisable et peu étudiée, nommée *angélicine*. (M. Buchner.)

Voici la composition de la racine d'angélique :

Huile volatile incolore	quantité indét.
Résine âcre	6,7
Principe amer	12,5
Gomme	33,5
Inuline	4,0
Fibre ligneuse avec un peu de matière soluble dans la potasse	30,0
Substance soluble seulement dans la potasse	7,3
Eau et perte	6,0
	100,0

(JOHN.)

PASTINACA SATIVA (*Panais*).

La racine du *Pastinaca sativa* est blanche, fibreuse et recouverte d'un épiderme jaunâtre; son odeur est forte et aromatique ; sa saveur agréable.

Cette racine se compose de :

Amidon	1,76
Albumine	2,09
Sucre	5,49
Mucilage (pectine) et extrait	3,57
Fibre végétale, analogue à l'amidon	7,66
Eau	79,45
	100,02

(M. CROMÉ.)

Digitized by Google

Le panais est la racine la meilleure pour engraisser les bestiaux. Il paraît toutefois qu'elle communique au lait de vache, surtout au printemps, une saveur amère et désagréable. Cet inconvénient disparaît lorsqu'on fait consommer un mélange de panais et de carottes. (M. Mathieu de Dombasle, M. Schwertz.)

PLUMBAGINÉES.

PLUMBAGO EUROPÆA (*Dentelaire*).

La racine du *Plumbago europæa* est âcre et amère; elle renferme, outre les substances que l'on trouve ordinairement dans les racines, un corps cristallisable, que nous avons décrit sous le nom de *plombagin*.

Le plombagin s'obtient en épuisant la racine de dentelaire par de l'éther pur. L'extrait évaporé à sec laisse un résidu amorphe, duquel l'eau bouillante sépare facilement le plombagin. On purifie ce corps par des cristallisations répétées dans l'éther.

D'après Dulong, il existe dans la racine de *Plumbago* une matière grasse d'un gris plombé, qui communique sa coloration aux doigts.

BORRAGINÉES.

ANCHUSA TINCTORIA (*Orcanette*).

L'orcanette possède une racine ligneuse, peu odorante, à peu près insipide, et recouverte d'une écorce ridée, d'un rouge violacé. Cette racine renferme une matière colorante rouge, l'*anchusine*, dont nous avons indiqué les propriétés.

Voici la composition de la racine d'orcanette :

Anchusine	5,50
Matières extractives	1,00
Gomme	6,25
Ligneux	18,00
Matières indéterminées	65,00
Perte	4,25
	100,00

(JOHN.)

Digitized by Google

CYNOGLOSSUM (*Cynoglosse*).

La racine de cette plante est ligneuse ; elle renferme :

Eau et principe odorant	10,00
Matière colorante Matière grasse	2,08
Matière résineuse	2,07
Bimalate de potasse	3,08
Acétate de chaux	1,06
Tannin Matière extractive	17,73
Matière albumineuse	2,00
Inuline	1,02
Matière gommeuse	5,00
Acide pectique	9,00
Oxalate de chaux	3,00
Fibre ligneuse	39,06
Perte	4,90
	100,00

(M. CENEDILLA.)

La matière colorante qui s'y trouve présente de l'analogie avec celle de la racine d'orcanette.

CONVOLVULACÉES.

CONVOLVULUS JALAPPA (*Jalap*).

On trouve dans le commerce deux espèces de *jalaps :*

Le *jalap tubéreux* (*Convolvulus officinalis*),

Le *jalap fusiforme* (*Convolvulus orysabensis*).

La racine du jalap tubéreux officinal est rugueuse, d'un gris veiné de noir, d'une saveur âcre et d'une odeur désagréable. Sa forme rappelle celle du navet.

Le jalap fusiforme présente une racine cylindrique, ramifiée, jaune à l'extérieur et blanche à l'intérieur. L'odeur et la saveur de cette racine se rapprochent de celles du jalap officinal.

La racine de jalap renferme :

Une résine molle,

Une résine dure,

Une matière âcre,

Une matière gommeuse,

Du sucre incristallisable,

De l'albumine,

De l'amidon,

Du ligneux. (M. GERBER.)

Digitized by Google

John lui assigne la composition suivante :

Eau	4,8
Résine	10,0
Extrait gommeux	44,0
Fécule	2,5
Ligneux	29,0
Albumine	2,5
Carbonate de potasse	0,4
Carbonate de chaux	0,4
Silice	0,5

On emploie en médecine la poudre de racine de jalap, et surtout les extraits aqueux et alcooliques qu'elle fournit.

Cette racine agit sur l'économie animale par la matière résineuse (*rhodéorétine*) qu'elle contient.

CONVOLVULUS BATATAS (*Batate*).

Les tubercules de batate sont recouverts d'un épiderme rouge ou jaunâtre. Leur goût est sucré. Ils renferment de 9 à 16 pour 100 d'amidon. On en consomme une grande quantité dans les pays chauds.

D'après des analyses récentes, la *batate rouge* est la plus riche en fécule et en matière sucrée ; voici sa composition :

Fécule amylacée	16,05
Sucre	10,20
Matières azotées	1,50
Matières grasses	0,30
Cellulose	0,45
Autres matières organiques	1,10
Sels minéraux	2,90
Eau	67,50
	100,00

(M. PAYEN.)

L'espèce de batate qui contient le moins de principes nutritifs est la *batate igname* jaune ; elle contient seulement :

Digitized by Google

Fécule amylacée	9,42
Sucre	3,50
Albumine et autres matières azotées	1,10
Matières grasses	0,25
Cellulose	0,54
Acide pectique	1,30
Sels et silice	3,25
Eau	79,64

(M. PAYEN.)

M. Sacc y a trouvé :

Fécule	9,42
Gomme	1,30
Sucre	2,49
Albumine	1,10
Matières grasses	0,89
Cellulose	2,54
Sels minéraux	9,26
Eau	73,00
	100,00

GENTIANÉES.

GENTIANA LUTEA (*Gentiane*).

La racine de gentiane est cylindrique, rugueuse, d'un brun jaunâtre, d'une odeur désagréable et d'une saveur amère. Elle renferme :

Du sucre incristallisable,
De la gomme,
Un principe amer (*gentianine*),
Une essence,
Une matière huileuse verte,
De l'acide pectique,
Une matière colorante jaune,
Du ligneux.

La gentianine est cristallisable, de couleur jaune, soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther. Elle se sublime en partie lorsqu'on la soumet à la distillation.

Les dissolutions de gentianine sont neutres aux réactifs colorés. Elles précipitent le sous-acétate de plomb, et ne produisent aucun trouble dans les dissolutions de bichlorure de mercure.

Les acides forment avec la gentianine des composés cristallisables. On

Digitized by Google

obtient également des combinaisons définies de gentianine avec les alcalis.

Pour obtenir la gentianine, il faut épuiser la racine de gentiane par l'éther. L'extrait dépose une matière jaunâtre, qu'on dissout dans l'alcool concentré. La liqueur donne un résidu cristallin par l'évaporation. Ce résidu est repris par de l'alcool plus étendu, qui enlève la gentianine, un acide et un corps odorant et laisse à l'état insoluble une matière huileuse, qu'on rejette. L'alcool contenant la gentianine étant chassé par évaporation, on met le résidu en suspension dans de l'eau bouillante renfermant de la magnésie. La liqueur, filtrée après quelques moments d'ébullition, et évaporée au bain-marie, dépose de la gentianine libre et une combinaison de cette matière avec la magnésie. Ce mélange, traité par l'éther, lui cède la gentianine pure.

(MM. Henry, Caventou et Leconte.)

SOLANÉES.

SOLANUM TUBEROSUM (*Pomme de terre*).

Les tubercules du *Solanum tuberosum* sont ronds ou oblongs, de différentes couleurs au dehors, toujours blancs à l'intérieur, et riches en amidon.

A l'analyse que nous avons déjà donnée de ce tubercule nous joindrons les suivantes qui confirment les nombres obtenus dans la première.

Fécule	23
Albumine	2
Gomme et sels minéraux	6
Eau	69
	100

(M. Sacc.)

Pomme de terre (patraque jaune).

Fécule amylacée	20,00
Substances azotées	1,60
Matières grasses, huile essentielle	0,11
Substance sucrée	1,09
Cellulose (épiderme et tissu)	1,64
Pectates, citrates, phosphates, silicates de chaux, magnésie, potasse, soude	1,56
Eau	74,00
	100,00

(M. Payen.)

Digitized by Google

Pommes de terre.

	Rouges.	De Paris.
Amidon	15,00	13,30
Albumine	1,40	0,92
Gomme	4,10	3,30
Fibre végétale	7,00	6,80
Acide et sels	5,10	1,40
Eau	75,00	73,12
	(M. Einhoff.)	(M. Henry.)

	Jaune pâle.	Rouge.
Amidon et substances non azotées	20,2	25,2
Albumine	2,5	3,0
Matière huileuse	0,2	0,3
Ligneux et cellulose	0,4	0,6
Sels	0,8	0,9
Eau	75,9	70,0
	100,0	100,0
		(M. Boussingault.)

Les qualités de la pomme de terre varient non-seulement avec l'espèce, mais encore avec la nature du sol dans lequel elle a pris son accroissement, et selon la saison où on l'a récoltée : un tubercule de bonne qualité, coupé en tranches minces, offre une certaine transparence, et se cuit facilement en une heure dans l'eau bouillante ; la partie la plus farineuse se trouve immédiatement au-dessous de l'épiderme : aussi faut-il avoir le soin, en épluchant les pommes de terre, de n'enlever absolument que la couche épidermique.

Les pommes de terre s'altèrent spontanément ; si on les abandonne, par exemple, pendant quelques jours à l'action des rayons solaires, elles verdissent, acquièrent une saveur âcre, et deviennent impropres à l'alimentation. L'humidité des caves peut déterminer leur germination ; l'amidon se transforme alors, sous l'influence de la diastase, en dextrine, puis en glucose, qui donne aux tubercules un goût sucré, fade et désagréable.

Quand les pommes de terre ont été soumises à l'action d'une température inférieure à 0°, elles s'altèrent rapidement, prennent une saveur amère, et ne donnent plus qu'une petite quantité de fécule au râpage.

Ces diverses modifications résultent uniquement de la contraction et de la dilatation successive des tissus du tubercule. En effet, les pommes de terre dégelées sont âcres et odorantes, par suite de la décomposition du suc qui a été éliminé des tissus au moment de la contraction, et

Digitized by Google

qui se trouve alors en contact avec l'air qui passe à travers l'épiderme. Elles ne donnent plus de fécule au râpage, parce que l'adhérence entre les cellules étant détruite, à cause de la contraction et de la dilatation des liquides intérieurs, la râpe sépare ces cellules sans les rompre.

Si l'on ne peut extraire qu'une faible proportion de fécule des pommes de terre dégelées, on en obtient au contraire une grande quantité lorsqu'elles sont gelées. Cela tient à ce que leurs cellules, liées entre elles par la glace intérieure, présentent une grande résistance à l'action de la râpe, qui les déchire alors facilement.

Les produits âcres provenant de l'altération de la pomme de terre disparaissent peu à peu sous la double influence de la lumière et de l'humidité. Ce tubercule redevient propre à la nourriture des hommes, et peut, en outre, être conservé longtemps sans éprouver de nouvelles décompositions. Aussi les montagnards des Andes conservent leurs pommes de terre et les rendent facilement transportables, en les soumettant alternativement à l'action du froid et de la pluie, puis en les desséchant à une basse température. Ce mode de conservation des pommes de terre a été essayé plusieurs fois en grand dans nos contrées; il serait avantageux, si l'on était certain que, pendant le traitement, l'albumine des pommes de terre ne subit pas d'altération.

Les Indiens, qui consomment beaucoup de pommes de terre sèches, sous le nom de *chochoca*, les préparent en exposant successivement à la gelée et au soleil ces tubercules cuits et pelés.

Le *châno blanco* ou *moray* est un aliment que les Indiens se procurent en soumettant successivement pendant quinze jours les pommes de terre à l'action de l'eau et à celle de la lumière. Ces tubercules sont ensuite exprimés pour en faire sortir le suc, exposés pendant quelque temps dans un endroit humide et sombre, puis à l'action directe des rayons du soleil.

La méthode employée par les Indiens pour conserver les pommes de terre s'applique également à diverses autres racines. Ainsi, dans le Pérou, on apprête divers aliments avec des racines de *maca*, d'*oca*, d'*alluco*, conservées par le même moyen.

Depuis quelques années, les pommes de terre éprouvent dans nos contrées une sorte d'altération morbide que l'on désigne sous le nom de *maladie des pommes de terre*. Les tubercules attaqués présentent des parties brunâtres et dures, qui résistent à la coction. Ils se pourrissent facilement, et déterminent, par le simple contact, la décomposition des tubercules sains avec lesquels on les mélange.

Plusieurs moyens ont été proposés pour atténuer les effets de cette maladie; mais aucun d'eux, jusqu'à présent, n'a donné de résultat général, car tel procédé qui a réussi dans une localité est resté inefficace dans une autre.

Digitized by Google

Ainsi on a conseillé d'introduire dans le sol de la chaux et des cendres. Ce mélange avait, disait-on, produit d'excellents effets. M. Boussingault a exécuté quelques expériences, dans le but de vérifier les résultats annoncés, et il a reconnu que la chaux et les cendres n'ont pas contribué à diminuer la quantité de pommes de terre malades. Voici quelques-uns des nombres obtenus par M. Boussingault :

QUANTITÉ DE SEMENCES introduites dans 1 hectare de terre.	DÉSIGNATION de la terre ET SUBSTANCES qu'on y a ajoutées.	RENDEMENT de LA PIÈCE.	RENDEMENT par HECTARE.
13 hectolitres.	Pièce de terre de 11ares,65, n'ayant reçu ni chaux ni cendres.	1150 kil. de pommes de terre saines; 310 kil. de pommes de terre malades.	9871 kil. de pommes de terre saines; 2660 kil. de pommes de terre malades.
	Pièce de terre de 12ares,90, ayant reçu 940 litres de chaux jetés dans les sillons.	1624 kil. de pommes de terre saines; 320 kil. de pommes de terre malades.	12588 k. de pommes de terre saines; 1702 kil. de pommes de terre malades.
	Pièce de terre de 16ares,80, sans adjonction de chaux ni de cendres.	1795 kil. de pommes de terre saines; 220 kil. de pommes de terre malades.	10659 k. de pommes de terre saines; 1306 kil. de pommes de terre malades.
	Pièce de terre de 21ares,51, ayant reçu 12 hectolitres de cendres de bois jetés dans les sillons.	2274 kil. de pommes de terre saines; 361 kil. de pommes de terre malades.	11501 k. de pommes de terre saines; 1678 kil. de pommes de terre malades.

En comparant ces nombres entre eux, on voit que la proportion des tubercules malades est restée la même dans le sol additionné de chaux ou de cendres, et dans celui qui n'avait rien reçu.

On a recommandé aussi de plonger avant la plantation les pommes de terre dans un mélange formé de :

Eau.	125 litres.
Chaux	25 kilogrammes.
Chlorure de sodium.	3 kilogrammes.
Sulfate de cuivre	125 grammes.

(M. Morren.)

Dans le département d'Indre-et-Loire, les récoltes d'une propriété ont

Digitized by Google

été préservées de la maladie, en opérant la plantation entre deux couches de charbon de bois. (M. de Romand.)

Enfin, en immergeant pendant deux heures les tubercules de semences dans une eau additionnée de 500 grammes d'acide sulfurique, pour 100 kilogrammes, les roulant dans la chaux vive en poudre, et les saupoudrant, au moment de la plantation, avec quelques pincées du même alcali, on a obtenu des récoltes entières sans germe de maladie. (MM. Masson et Brunet.)

LOGANIACÉES.

SPIGELIA MARYLANDICA (*Spigélie*).

La racine de cette plante se compose de :

Huile grasse	traces
Résine âcre	3,13
Matière amère peu connue	4,89
Acide tannique	10,56
Ligneux	82,69
	101,27

(WACKENRODER.)

Les cendres laissées à l'incinération par la racine de spigélie contiennent des carbonates de chaux et de magnésie, de l'alumine, de la silice et de l'oxyde de fer.

ASCLÉPIADÉES.

ASCLEPIAS VINCETOXICUM (*Asclépiade*).

L'asclépiade présente une racine blanchâtre, âcre et fortement odorante, qui renferme sur 100 parties :

Résine	26,50
Matière élastique	12,50
Substance albumineuse	4,00
Matières extractives	4,00
Acide tartrique et albumine	53,00
	100,00

(JOHN.)

On trouve parmi les matières extractives que fournit cette racine un

Digitized by Google

corps particulier d'un jaune pâle, qui provoque des vomissements, comme le fait l'*émétine* (principe actif de l'ipécacuanha).

La substance vomitive de la racine d'asclépiade est déliquescente à l'air, soluble en toutes proportions dans l'eau et l'alcool ; sa dissolution aqueuse précipite par le tannin, le sous-acétate de plomb et le bichlorure de mercure.

Pour l'obtenir, on précipite l'extrait aqueux de la racine d'asclépiade par l'acétate neutre de plomb; la liqueur filtrée est soumise à l'action d'un courant d'hydrogène sulfuré, qui sépare l'excès de plomb employé. Le sulfure de plomb étant recueilli sur un filtre, on évapore à sec, puis on reprend le résidu par l'alcool; ce dissolvant enlève la substance vomitive, que l'on purifie en la faisant dissoudre à plusieurs reprises dans l'eau. (Feuneulle.)

RUBIACÉES.

IPÉCACUANHA.

Les racines d'ipécacuanha, que l'on trouve dans le commerce, sont de la grosseur d'une plume à écrire, contournées et parfois rameuses. Des anneaux saillants et inégaux sont placés à l'extérieur. Leur cassure est généralement brillante; elle présente, chez l'ipécacuanha gris, de petits grains d'amidon que l'on aperçoit facilement à l'œil nu.

La composition des racines d'ipécacuanha a été déterminée par plusieurs chimistes, particulièrement par Pelletier. Voici les résultats qui ont été obtenus :

Ipécacuanha gris noirâtre.

	Écorce.	Méditallium.
Matière grasse odorante	2	traces
Cire	6	»
Émétine	16	1,15
Extrait non vomitif	»	2,45
Gomme	10	5,00
Amidon	42	20,00
Ligneux	20	66,40
Perte	4	5,00
	100	100,00

(PELLETIER.)

Digitized by Google

Ipécacuanha gris rougeâtre privé de son méditullium.

Matière grasse	2
Émétine	14
Gomme	16
Amidon	18
Ligneux	48
Perte	2
	100

(PELLETIER.)

Ipécacuanha gris.

Cire et matière grasse	1,2
Résine	1,2
Émétine	16,0
Gomme et substances salines	2,4
Albumine	2,4
Amidon	53,0
Ligneux	12,5
Acide gallique	traces
Perte	11,3
	100,0

(MM. BARRUEL et RICHARD.)

Ipécacuanha gris cendré.

Matière grasse	9
Émétine	12
Ligneux, Gomme, Amidon	79
	100

(PELLETIER.)

L'*émétine* est une base organique cristallisable, dont les propriétés ont été décrites (t. IV, p. 456). Pour l'isoler, on épuise successivement à chaud la racine d'ipécacuanha par l'éther et l'alcool à 40°. L'extrait alcoolique, filtré à chaud, dépose une matière blanche, qui ressemble à de la cire. La liqueur qui surnage ce dépôt, étant soumise à l'évaporation, laisse pour résidu du gallate d'émétine impur. Ce sel, traité par un lait de magnésie, abandonne l'émétine, que l'excès de magnésie employé

Digitized by Google

entraîne avec de la cire et une matière colorante. Le mélange de ces trois corps est lavé avec de l'eau, desséché et épuisé par l'alcool, auquel il cède l'émétine presque pure. On achève de purifier cette base en la combinant avec un acide et en décolorant le sel par le noir animal.

La dissolution de ce sel donne l'émétine lorsqu'on y verse un alcali.

RUBIA TINCTORIA (*Garance*).

Cette racine, que l'on cultive principalement à Chypre, à Smyrne, à Andrinople, en Hollande, en Saxe, en Silésie, en Provence, en Alsace, etc., est cylindrique et recouverte d'une écorce striée de couleur rouge. Son odeur est très faible, sa saveur amère et astringente.

Le commerce la livre en fragments ou en poudre ; sous le premier de ces états, elle porte le nom d'*alizaris;* sous le second, elle reçoit les dénominations que nous avons indiquées en étudiant les principales couleurs employées en peinture.

Nous décrirons ici la fabrication des poudres de garance.

La plante, qui a pris son entier développement, est arrachée vers le mois d'octobre, et soumise immédiatement à la dessiccation. Dans les pays chauds, cette dessiccation a lieu en plein air ; on l'opère à l'étuve dans les contrées froides ; aussi les garances d'Alsace et de Hollande renferment-elles environ 10 pour 100 d'eau de moins que celles d'Avignon et de Turquie. La racine que l'on emploie exclusivement pour obtenir des bains colorants est, au sortir du séchoir ou de l'étuve, battue au fléau, qui la brise en morceaux de 7 à 8 centimètres de longueur, et sépare en même temps la terre et le billon léger (partie chevelue et épiderme.) Le tout est ensuite passé à la tarare, tamisé et vanné à la main, pour obtenir un triage plus parfait des produits. Ces dernières opérations complètent le traitement que l'agriculteur fait subir à la garance. Le fabricant soumet de nouveau les racines à la dessiccation, afin de chasser l'humidité qu'elles ont absorbée. Il les place ensuite sur un tamis à compartiments, dont les mailles, plus ou moins serrées, permettent de séparer les racines d'un petit diamètre de celles dont la grosseur est plus considérable, et qui sont plus estimées. Enfin il réduit en poudre, sous des meules, la garance ainsi *robée*.

Voici les caractères physiques des principales sortes de garance moulue.

La *garance d'Avignon* est hygrométrique. Elle présente une couleur qui varie du rose au rouge brun. Son odeur est faible, sa saveur sucrée et amère.

MM. Persoz et Schlumberger attribuent la coloration rouge sombre de cette espèce de garance à l'action des carbonates de chaux et de potasse

Digitized by Google

que renferme le terrain dans lequel la racine a pris son accroissement. En effet, une des garances les plus estimées, la garance palus, se trouve sur un terrain qui contient 78 à 90 pour 100 de craie, et elle dégage de l'acide carbonique lorsqu'on la traite par un acide.

La *garance de Hollande* est d'un rouge brun ou orangé, grasse au toucher, d'une odeur désagréable, d'une saveur à la fois sucrée et amère. Elle attire l'humidité de l'air et prend alors une teinte d'un rouge vif.

La couleur de la *garance d'Alsace* est brune ou jaune ; sa saveur est très amère, son odeur plus forte que celle de la garance de Hollande.

Sous l'influence de l'humidité de l'air, la garance d'Alsace prend une teinte d'un rouge foncé.

On peut communiquer aux garances d'Alsace et de Hollande la teinte rouge de la garance d'Avignon, en les mélangeant avec 3 à 6 millièmes de chlorhydrate d'ammoniaque et une quantité équivalente de chaux hydratée. (M. Persoz.)

La composition de la racine de garance n'étant pas encore parfaitement connue, on ne peut déterminer par l'analyse immédiate la pureté des poudres de garance que livre le commerce.

ESSAI DES GARANCES.

Les matières avec lesquelles on falsifie le plus ordinairement la garance sont : la brique pilée, l'ocre rouge ou jaune, les sciures de bois de pin, d'acajou, de Campêche, de santal, enfin la garance déjà épuisée par la teinture.

Pendant longtemps, on s'est contenté, pour estimer la valeur d'une garance, de placer une petite quantité de la poudre sur une ardoise que l'on abandonnait pendant douze heures dans un endroit humide. La garance absorbait de l'eau, gonflait considérablement, prenait une coloration plus foncée, et était considérée comme d'autant plus riche qu'elle avait plus augmenté de volume et qu'elle s'était plus colorée.

Ce mode d'essai ne pouvait évidemment donner qu'une valeur approximative de la garance ; en outre, il ne faisait pas connaître la nature des substances employées dans la falsification ; aussi est-il abandonné.

Maintenant, pour reconnaître la présence des matières étrangères dans les garances, on opère de la manière suivante :

Une partie de la poudre est délayée dans une grande quantité d'eau ; si elle ne renferme pas de matières minérales, elle reste totalement en suspension dans le liquide ; si elle en contient, celles-ci tombent au fond du vase.

Dans ce dernier cas, on soumet la garance à l'incinération, on pèse le

Digitized by Google

résidu et on le compare, sous le double rapport de la quantité et de la qualité, avec les cendres fournies par les garances pures.

Voici la quantité de cendres qu'ont laissées 100 parties de diverses espèces de garances, préalablement desséchées à 100° :

Alizaris du Levant	7,8	mi-fondues..
Garance d'Alsace	9,5	pulvérulentes.
— (2e variété)	12,0	»
— (3e variété)	13,0	»
		(M. Chevreul.)

Alizaris d'Avignon	8,1 à 8,3	pulvérulentes.
Alizaris d'Alsace	6,3 à 6,5	»
Garance d'Avignon, pure palus	9,6 à 10,72	»
Garance d'Avignon rosée	8,4 à 8,85	»
Garance d'Alsace	7,2 à 7,9	»
		(M. Persoz.)

Lorsque les garances sont additionnées de matières inorganiques, le résidu qu'elles laissent après l'incinération s'élève souvent à 20 ou 25 pour 100. En soumettant ces cendres à l'analyse, on reconnaît facilement les substances minérales étrangères qu'elles renferment.

Pour faciliter les recherches, nous donnons ici la composition des cendres de la garance pure.

Potasse	20,39	18,07	2,73
Soude	11,04	7,91	20,57
Chaux	24,00	19,84	13,01
Magnésie	2,60	2,50	2,53
Oxyde de fer	0,82	2,28	2,13
Acide phosphorique	3,65	3,13	13,44
Acide sulfurique	2,56	1,45	2,28
Chlore	3,27	8,98	»
Silice	1,14	3,63	13,10
Acide carbonique	25,83	21,35	11,60
Charbon et sable	4,13	11,48	5,93
Chlorure de sodium	»	»	10,04
	(M. Koechlin.)		(M. May.)

Il est extrêmement difficile de reconnaître la nature des matières organiques étrangères qui ont servi à falsifier la garance; mais on peut arriver facilement à constater leur présence par trois méthodes différentes.

La première consiste à faire en petit une opération de teinture; la

Digitized by Google

seconde, à isoler la matière colorante afin de la peser; la troisième, à déterminer le pouvoir colorant à l'aide d'un appareil nommé *colorimètre*.

Première méthode.

Cette méthode, due à M. Schlumberger, consiste à teindre avec un poids constant de garance une quantité donnée de toile mordancée, et à comparer cette toile teinte et avivée à une série de toiles colorées, dont la gradation de teintes correspond à des poids connus de garance. Pour former la série des couleurs qui doivent servir à évaluer plus tard la richesse d'une garance, on teint des morceaux égaux de toile mordancée, avec 1, 2, 3... 10 grammes de garance pure, ce qui donne une sorte de gamme de teinture. La gamme obtenue, on prend 10 grammes de la garance à essayer et on les emploie à teindre un morceau de toile de la grandeur des types. Il est facile alors d'apprécier la richesse de la garance, par l'éclat plus ou moins grand de la teinte que présente la toile, et par le rapport qu'elle offre avec les couleurs types.

Deuxième méthode.

Premier procédé. — La garance est épuisée à chaud par de l'alcool à 36°, contenant, par litre, 12 grammes d'acide chlorhydrique concentré. La liqueur provenant de ce traitement est évaporée à siccité. Le résidu qu'elle laisse est placé sur un filtre, et lavé à l'eau distillée, jusqu'à ce que celle-ci commence à se colorer en rose. Le nouveau résidu est épuisé par l'alcool bouillant, jusqu'à ce que ce dissolvant cesse de se colorer. La solution alcoolique, évaporée au bain-marie, laisse pour résidu la matière colorante pure. (M. Dandrillon.)

Deuxième procédé. — On fait bouillir avec la poudre de garance du vinaigre distillé. La matière colorante se dissout dans l'acide, et s'en sépare par le refroidissement. Elle est alors recueillie sur un filtre, lavée et pesée.

D'après M. Schlumberger, ce procédé ne donne qu'un résultat approximatif, parce qu'une certaine quantité de la matière colorante est retenue par les substances gommeuses et sucrées contenues dans la garance. Ce chimiste modifie le procédé de la manière suivante :

La racine soumise à l'essai est placée pendant douze heures dans de l'eau froide renfermant indifféremment de l'acide acétique, du chlorure de sodium, du sulfate de soude, ou même un mélange de ces deux sels. L'acide acétique et les divers sels précédemment nommés dissolvent les matières sucrées et gommeuses, sans agir sur la matière colorante, qui peut alors être dosée sans perte.

Digitized by Google

M. Schlumberger arrive encore au même résultat en faisant fermenter la garance. Pour cela, il expose pendant vingt-quatre heures, à la température de 25°, un flacon contenant 10 grammes de garance, de la levûre de bière et un demi-litre d'eau. La fermentation ne tarde pas à s'établir et à marcher avec rapidité. Lorsqu'elle s'arrête, on vide le flacon sur un filtre de toile et on lave le dépôt avec de l'acide acétique très étendu. Le résidu du lavage est traité à chaud, pendant cinquante minutes, par 5 décilitres d'acide acétique à 1°,5. Au bout de ce temps, la liqueur est versée sur un filtre, le dépôt est traité de nouveau par l'acide acétique, et cette dernière liqueur, encore chaude, est réunie à la première. La dissolution acide se trouble par le refroidissement et commence à déposer des flocons orangés de matière colorante. La précipitation de cette matière n'est complète que si l'on sature la liqueur par le carbonate de soude. On jette alors le précipité sur un filtre, où après l'avoir lavé avec de l'eau, on le soumet à la dessiccation et on le pèse.

M. Persoz a fait quelques expériences qui l'ont conduit à admettre que le procédé modifié de M. Schlumberger était encore inexact.

Troisième méthode.

Essai au colorimètre. — Le colorimètre est un instrument fort ingénieux, fondé sur le principe suivant : Lorsque deux substances tinctoriales de même espèce sont dissoutes à poids égaux dans les mêmes volumes d'eau ou de tout autre liquide, elles donnent des liqueurs colorées, dont la nuance est proportionnelle à la quantité de matière colorante que chacune d'elles renferme.

Le colorimètre se compose de deux tubes de verre de 14 à 15 millimètres de diamètre, et de 30 à 35 centimètres de longueur, parfaitement égaux et ayant la même épaisseur. Ces deux tubes sont bouchés à l'une de leurs extrémités, et divisés, à partir de cette extrémité, dans les cinq sixièmes de leur longueur, en deux parties d'égale capacité ; la partie supérieure porte une échelle ascendante divisée en 100 parties. Ces deux tubes se fixent dans une boîte, sur le couvercle de laquelle sont deux ouvertures destinées à laisser passer les tubes, qui doivent être placés près d'une des parois latérales ; celle-ci est munie de deux ouvertures carrées de même largeur que le diamètre des tubes, et placées en regard de la moitié inférieure de ceux-ci.

Pour se servir du colorimètre, on dissout des poids égaux de chaque substance tinctoriale dans une même quantité d'eau ou d'un autre liquide. Les deux tubes sont remplis à moitié de cette dissolution, et fixés dans la boîte ; plaçant alors celle-ci de façon que la lumière passant par les ouvertures carrées vienne éclairer les dissolutions colorés, on regarde par une ouverture annulaire placée en face des précédentes, et

Digitized by Google

l'on compare les intensités des nuances de chacune des liqueurs. Si la teinte est la même dans les deux tubes, les matières colorantes sont également riches. Si, au contraire, l'une d'elles est plus foncée que l'autre, on l'étend d'eau jusqu'à ce que la teinte soit exactement la même dans les deux tubes. A ce moment, on lit sur le tube dans lequel on a ajouté l'eau le nombre de parties de liquide qu'il contient. Le rapport en volume des deux dissolutions est le même que le rapport des quantités de matière colorante contenues dans chaque liqueur. Si, par exemple, les deux tubes renfermant d'abord 100 parties de liqueur colorée, on a ajouté dans celui qui contenait la garance type 25 parties d'eau, le rapport 100 : 125 représente la richesse tinctoriale de la garance soumise à l'essai.

L'essai au colorimètre est donc extrêmement simple, mais il exige chez l'opérateur une certaine habitude de ce genre d'expérimentation.

Il faut en outre que les substances tinctoriales soient d'une grande pureté et de même origine, car deux matières colorantes peuvent être inégalement riches et fournir cependant des liqueurs ayant même coloration. Ainsi, par exemple, une garance d'Avignon diffère d'une garance d'Alsace parce qu'elle a été traitée par les acides, et cependant le colorimètre n'indique pas de différence entre ces deux substances tinctoriales. (M. Houton-Labillardière.)

D'après le principe sur lequel est fondé le colorimètre, on voit que cet instrument peut servir à évaluer la richesse d'une matière tinctoriale quelconque.

VALERIANA OFFICINALIS (*Valériane*).

La racine de valériane est jaunâtre, amère, d'une odeur désagréable. Elle présente la composition suivante :

Essence et acide valérianique	1,041
Matière insoluble dans l'alcool	12,500
Gomme	9,375
Résine	6,250
Amidon	1,563
Ligneux	69,271
	100,000

(TROMMSDORFF.)

L'essence de valériane est formée de deux huiles volatiles, le *bornéène* et le *valérol*, dont nous avons déjà décrit les propriétés. (Voy. tome V, p. 263 et 272.)

On emploie la racine de valériane en médecine, et pour préparer l'*acide valérianique*.

Digitized by Google

COMPOSÉES.

HELIANTHUS TUBEROSUS (*Topinambour*).

Le tubercule de cette plante est blanc et recouvert d'un épiderme noirâtre. On l'emploie comme aliment; son goût rappelle celui de l'artichaut.

Le topinambour peut acquérir un jour une grande importance au point de vue de l'alimentation; il n'a pas été atteint, jusqu'à présent, par la maladie qui détruit souvent les récoltes de pommes de terre; il exige peu de culture et réussit dans tous les terrains. C'est un des végétaux qui produit le plus, en consommant le moins d'engrais. Toutes les parties de la plante sont utilisées : les feuilles vertes peuvent être consommées par les bestiaux; sèches, elles donnent un fourrage très recherché par les moutons à cause de son goût sucré : les tiges enfin sont employées comme combustible dans le chauffage des fours.

On trouve en moyenne dans les tubercules 20,8 pour 100 de matières sèches, et 79,2 pour 100 d'eau. (M. Boussingault.)

Braconnot, et après lui MM. Payen, Poinsot et Fery, ont analysé les tubercules de topinambour; voici les résultats que ces chimistes ont obtenus :

Analyse des tubercules de topinambour, par Braconnot.

Eau	77,05
Gomme	1,22
Sucre incristallisable	14,80
Inuline	3,00
Albumine	0,99
Matières grasses	0,09
Citrates de potasse et de chaux	1,15
Phosphates de potasse et de chaux	0,20
Sulfate de potasse	0,12
Chlorure de potassium	0,08
Malates et tartrates de potasse et de chaux	0,05
Ligneux	1,22
Silice	0,03
	100,00

Digitized by Google

Composition des tubercules de topinambour, par MM. Payen, Poinsot et Fery.

Eau	76,04
Glucose et autres matières sucrées	14,70
Albumine et deux autres matières azotées	3,12
Cellulose	1,50
Inuline	1,86
Acide pectique	0,92
Pectine	0,37
Matières grasses et traces d'huile essentielle	0,20
Matière colorante violette sous l'épiderme	traces
Sels. Phosphates de chaux, de magnésie, de potasse, sulfate de potasse, chlorure de potassium, citrate et malate de potasse, malate de chaux, traces de soude	1,29
	100,00

De son côté, M. Boussingault a établi la composition élémentaire des tubercules séchés à 100°.

Carbone	43,02
Hydrogène	5,91
Azote	1,57
Oxygène	43,56
Cendres	5,94
	100,00

Ces cendres contiennent sur 100 parties :

Potasse	44,5
Soude	traces
Chaux	2,3
Magnésie	1,8
Oxydes de fer et de manganèse	5,2
Acide phosphorique	10,8
Acide sulfurique	2,2
Acide carbonique	11,0
Chlore	1,6
Silice	13,0
Perte et charbon	7,6
	100,0

(M. Boussingault.)

Les vaches laitières, les moutons, les porcs et les chevaux peuvent être nourris avec des topinambours légèrement salés et mélangés, soit

Digitized by Google

avec du fourrage, soit avec des pommes de terre ou des betteraves. La ration ordinaire d'un cheval est de 10 litres environ. (MM. Girardin et du Breuil.)

M. Payen a pu retirer 5 pour 100 d'alcool absolu des tubercules de topinambour soumis à la fermentation.

INULA HELENIUM (*Aunée*).

La racine d'aunée est rougeâtre, d'une odeur forte et d'une saveur désagréable. Elle renferme :

Essence	traces
Hélénine	0,4
Cire	0,6
Résine	1,7
Extrait amer	36,7
Gomme	4,5
Inuline	36,7
Albumine végétale	13,9
Fibre ligneuse	5,5
Sels de potasse, de chaux et de magnésie	traces
	100,0

(JOHN.)

L'action de cette racine sur les animaux paraît due à la matière résineuse.

Les propriétés de l'hélénine ont été étudiées (t. V, p. 265).

SCORSONERA HISPANICA (*Scorsonère*).

Cette racine, nouvellement récoltée, a présenté la composition suivante :

Eau	32,0
Amidon	9,0
Résine	3,0
Matières solubles dans l'eau	10,0
Ligneux	46,0
	100,0

(JOHN.)

Digitized by Google

ANTHEMIS PYRETHRUM (*Pyrèthre*).

L'*Anthemis pyrethrum* présente une racine grisâtre, d'une saveur amère, d'une odeur désagréable. Cette racine contient :

Principe âcre	3,00	Résine brune	0,95
		Huile brune	1,60
		Huile jaune	0,35
Inuline	25,00		57,70
Gomme	11,00		9,40
Tannin	0,55		traces
Matière colorante	12,00		»
Ligneux	45,00		19,80
Chlorure de potassium, silice, oxyde de fer	1,64		7,60
Perte	1,81		2,60
	100,00		100,00
	(M. Parisel.)		(M. Koene.)

On l'emploie en médecine.

ARNICA MONTANA (*Arnique*).

La racine d'*Arnica montana* est rougeâtre à l'extérieur et blanche à l'intérieur, d'une odeur forte, et d'une saveur âcre. Elle se compose, en centièmes, de :

Huile volatile	1,5
Résine	6,0
Matières extractives	32,0
Gomme	9,0
Ligneux	51,2
	(Pfaff.)

Nous donnerons ici, sous forme de tableau, les noms de quelques racines dont l'étude est encore fort incomplète :

Digitized by Google

FAMILLES.	ESPÈCES.	SUBSTANCES QUI EN PROVIENNENT.
Graminées	Vetiver (*Andropogon iwaracusa*).	Cette racine donne une essence d'une odeur agréable et dont les propriétés ont été étudiées tome V, page 276.
Ménispermacées. .	Pareira brava (*Cissampelos pareira*).	La racine de pareira contient une base organique, la *pélosine*, que nous avons étudiée tome IV, page 457.
Géraniacées. . . .	. . . . .	Les plantes de la famille des géraniacées renferment une substance amere nommée *géranine* par M. Müller.
Papavéracées . . .	*Glaucum luteum*.	On retire du *Glaucum luteum* une base nommée *glaucopicrine* (Probst).
	Sanguinaria canadensis.	Dana a extrait de cette racine un alcali auquel il a donné le nom de *sanguinarine*.
	Chelidonium (chélidoine).	La racine de chélidoine renferme une base nommée *chélidoxanthine* (Probst).
Ombellifères . . .	*Assa fœtida ferula*	Cette racine renferme une résine et une essence dont les caractères ont été déjà décrits.
Primulacées. . . .	*Cyclamen europæa* (cyclame). . .	On a trouvé dans l'extrait alcoolique de cette racine une substance cristallisable qui a reçu le nom de *cyclamine* ou d'*arthanitine* (Saladin).
	Primula veris (primevère). . . .	La racine de primevère contient une matière cristallisable, la *primuline*, découverte par M. Hünefeld.
Composées	*Dahlia pinnata* (dahlia)	Le tubercule du dahlia donne une essence incolore, étudiée par M. Payen.

ÉTUDE DES PRINCIPALES TIGES.

La *tige* est la partie supérieure et ascendante de l'axe végétal, qui porte les feuilles et les fleurs.

Dans les premiers temps de la végétation, les tiges sont verdâtres, molles et aqueuses; on les dit *herbacées;* mais, tandis que les unes restent en cet état pendant la durée de leur existence, les autres deviennent plus fortes, prennent à l'extérieur une teinte brune, grise ou noire, et reçoivent alors le nom de *tiges ligneuses*.

Les tiges herbacées, ayant été analysées avec leurs feuilles ou avec d'autres parties de la plante, n'ont donné que des résultats d'un intérêt secondaire, au point de vue de la constitution chimique des organes des végétaux; nous nous occuperons donc d'abord des tiges ligneuses.

Digitized by Google

TIGES LIGNEUSES.

Une tige ligneuse se compose essentiellement de trois parties distinctes :
La *moelle*,
Le *bois*,
L'*écorce*.

MOELLE.

La *moelle* est une matière blanche, légère, élastique, insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, les essences, les huiles grasses, les alcalis et les carbonates alcalins. Elle se convertit en acide oxalique sous l'influence de l'acide azotique. L'acide sulfurique la colore en brun.

On prépare, dans les laboratoires, la cellulose pure avec la moelle du sureau ou bien avec celle de l'*Yschœnomene paludosa*. (Voy. t. IV, p. 488.)

BOIS.

Le *bois* est formé d'un tissu cellulaire dans les utricules duquel se sont déposés une substance remarquable par sa dureté (*matière incrustante*), quelques principes colorés ou colorables, enfin des corps azotés de diverse nature.

La matière incrustante n'existe pas en même proportion, non-seulement dans les différents bois, mais encore dans les différentes parties d'un même arbre. Ainsi l'aubier en renferme moins que le cœur ; les bois lourds en contiennent plus que les bois légers.

Quantités de matière incrustante existant dans quelques bois.

	Matière incrustante.	Tissu.
Chêne.	61	39
Ébène	89	11
Hêtre.	52	48
Sainte-Lucie	90	10

C'est la matière incrustante qui donne au bois une dureté et une densité plus ou moins considérables. Elle influe aussi sur la quantité de chaleur que le bois dégage en brûlant ; de plus, elle se trouve en rapport avec la proportion d'acide acétique qu'il fournit à la distillation. En effet :

100 parties de bois de chêne donnent 4 parties d'acide acétique ;
100 — peuplier — 3,6 —

Tandis que :

100 parties de coton ne donnent que 2,7 parties d'acide acétique ;
100 — d'amidon — 2,3 —

Digitized by Google

Voici la composition élémentaire de quelques bois :

ÉLÉMENTS.	HÊTRE ordinaire.	HÊTRE blanc.	CHÊNE.	BOIS de fer.	PIN jeune.	PIN flotté vieux.
Carbone . .	48,29	48,08	48,94	48,63	50,62	49,87
Hydrogène.	6,00	6,12	5,94	5,94	6,27	6,09
Oxygène. .	45,14	44,93	43,09	44,75	42,58	43,41
Cendres . .	0,57	0,87	2,03	0,68	0,53	0,63
Eau	13,72	12,80	8,02	13,73	12,07	11,89

(M. BAER.)

DÉSIGNATION DES BOIS.		ÉLÉMENTS.				
		Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Azote.	Cendres.
BOIS du tronc.	Hêtre	49,46	5,96	42,36	1,22	1,00
	Chêne. . . .	49,58	5,78	41,38	1,23	2,03
	Bouleau. . .	50,29	6,23	41,02	1,43	1,03
	Tremble. . .	49,26	6,18	41,74	0,96	1,86
	Saule	49,93	6,07	39,38	0,95	3,67
BOIS de branchages.	Hêtre	50,37	6,21	41,14	0,78	1,50
	Chêne. . . .	50,08	6,14	41,38	0,95	1,45
	Bouleau . . .	51,29	6,17	40,41	0,87	1,26
	Tremble. . .	49,59	6,20	40,23	1,00	2,98
	Saule	51,39	6,18	36,45	1,41	4,57

(M. REGNAULT.)

Le bois vert contient environ 40 pour 100 d'eau : il en perd 25 pour 100 à 10°.

Lorsqu'on traite successivement le bois par les réactifs, on en extrait les divers principes qui le constituent.

Le *Morus tinctoria* et le bois de gaïac, soumis à ce traitement, ont cédé aux dissolvants les quantités suivantes de principes immédiats.

Digitized by Google

Bois jaune (*Morus tinctoria*).

Ligneux	74,0
Matière colorante contenant de l'acide gallique	9,1
Tannin	4,0
Gomme	2,0
Résine	9,0
	98,1

(GEORGES.)

Gaïac (*Gaiacum officinale*).

Résine	26,00
Extrait amer	0,80
Matière colorante jaune	1,00
Extrait mucilagineux avec sulfate de chaux	2,80
Ligneux	64,40

(M. GUIBOURT.)

Le bois ayant une composition variable, comme le montrent les expériences précédentes, ses propriétés, et par suite ses usages, doivent nécessairement changer avec son espèce.

En effet, les bois peuvent être divisés en cinq classes distinctes, auxquelles correspondent cinq genres différents d'application :

1° Bois *blancs* ou légers,
2° Bois *durs* ou lourds,
3° Bois *de travail*.
4° Bois *colorants*,
5° Bois *résineux* et *odorants*.

Bois blancs. — Parmi les bois blancs, le *peuplier* est employé, à cause de sa légèreté, pour fabriquer les objets d'emballage, les tonneaux, les voliges des toitures. Le *bouleau*, dont le tissu est plus compacte, sert à confectionner des boîtes, des tabatières, etc., et, en général, des objets capables de résister à l'humidité. Son écorce donne par la distillation une matière goudronneuse qui, mélangée avec du jaune d'œuf, peut, en étant appliquée sur diverses peaux animales, leur communiquer l'odeur et les qualités du cuir de Russie. Il existe en outre dans le bouleau une matière résineuse dont nous avons déjà parlé, la *bétuline*, qui s'oppose à la décomposition du bois. L'*aune*, le *bourdaine*, le *tilleul*, le *fusain*, ser-

Digitized by Google

vent à préparer un charbon très combustible, qui entre dans la composition des poudres.

La sciure de bois blanc peut se convertir en glucose sous l'influence des acides.

Bois durs. — Les bois durs sont utilisés dans le chauffage, la menuiserie et les constructions. Nous citerons principalement le *chêne*, dont on se sert pour alimenter les foyers, dans les constructions, la fabrication des meubles, la teinture, le tannage, et qui fournit en outre le *liége*.

Bois de travail. — Les bois de travail sont ordinairement très durs ; ils rentrent donc, jusqu'à un certain point, dans la classe précédente. On fait principalement usage du *charme*, du *hêtre*, du *noyer*, du *frêne*, du *châtaignier* et du *merisier* dans l'ébénisterie. L'*orme* est employé dans le charronnage, et l'*érable*, pour confectionner les instruments de musique. L'*acacia*, que sa dureté, sa croissance rapide et son prix modique ont classé en première ligne parmi les bois de travail, sert à fabriquer certaines pièces mécaniques soumises à un frottement considérable, les bobines des filatures, les pavés de bois, et les traverses des voies ferrées.

Le *cormier* est employé dans la confection de certains outils et des roues d'engrenage.

Bois colorants. — Le campêche (*Hematoxylum campechianum*), le santal (*Pterocarpus santalinum*), le bois jaune (*Morus tinctoria*), le *fustet* et le *quercitron*, fournissent une partie des matières colorantes employées dans la teinture.

Bois résineux. — Les bois résineux, tels que le *pin*, le *sapin*, le *mélèze*, le *cèdre*, qui sont peu altérables à l'air, s'emploient dans les constructions exposées à l'humidité.

Ils fournissent en outre la térébenthine, dont on extrait l'essence de ce nom, et qui sert à préparer la poix.

Les colonies produisent certains bois odorants, tels que le *bois de rose*, (*Convolvulus scoparia*), le *Cedrela odorata*, l'*Amyris balsamifera*, avec lesquels on fabrique des meubles de luxe.

Nous allons maintenant examiner les bois les plus connus.

URTICÉES.

BOIS JAUNE (*Morus tinctoria*).

Le bois jaune provient d'un mûrier particulier, le *Morus tinctoria*, qui se rencontre au Brésil et dans les Antilles.

Ce bois renferme souvent des cristaux jaunes ou couleur de chair, dont

Digitized by Google

la dissolution est employée en teinture pour obtenir de belles teintes jaunes.

Le principe colorant du *Morus tinctoria* a été étudié par M. Chevreul, qui l'a nommé *morin*. Ce chimiste, l'ayant obtenu sous trois modifications différentes, a désigné chacune de ces modifications sous les noms suivants :

Morin blanc ou incolore,

Morin jaune,

Morin rouge.

D'après M. Wagner, la matière cristalline du bois jaune se compose de deux acides différents, l'*acide morique* et l'*acide morintannique*.

Les propriétés de l'acide morintannique ont été étudiées (tome IV, p. 316). Nous examinerons maintenant l'acide morique.

ACIDE MORIQUE. $C^{36}H^{12}O^{17},3HO$.

L'*acide morique*, ou *morin blanc*, est cristallin, peu soluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool et l'éther. Il se colore lentement en jaune au contact de l'air. Les acides faibles le dissolvent sans se colorer. L'acide azotique fumant le transforme en acide oxypicrique. L'acide sulfurique concentré le dissout en prenant une teinte jaune ; la solution, soumise à l'action de la chaleur, dégage de l'acide sulfureux et de l'acide phénique.

Les alcalis et les carbonates alcalins dissolvent l'acide morique en se colorant en jaune.

Quand on verse du perchlorure de fer dans une dissolution d'acide morique, la liqueur prend une coloration brune ou d'un vert noirâtre.

La dissolution aqueuse d'acide morique réduit, à chaud et en présence de la potasse, le sulfate ou l'acétate de cuivre ; il se forme un précipité de protoxyde de cuivre anhydre. L'azotate d'argent, additionné d'ammoniaque, donne de l'argent métallique, sous l'influence des dissolutions bouillantes d'acide morique.

Les *morates de chaux* et *de baryte* ont été obtenus à l'état cristallin.

Pour extraire l'acide morique du bois jaune, il faut étendre de dix fois son volume d'eau un extrait alcoolique bouillant de ce bois ; il se précipite du morate de chaux, qu'on recueille sur un filtre, et qu'on dissout ensuite à chaud dans l'alcool. La solution est additionnée d'acide oxalique, filtrée à chaud pour séparer l'oxalate de chaux, et mélangée avec une certaine quantité d'eau qui précipite l'acide morique. On purifie cet acide en le dissolvant à plusieurs reprises par l'alcool et en le précipitant ensuite par l'eau. (M. Wagner.)

Digitized by Google

FUSTET (*Rhus cotinus*).

Les parties ligneuses du *Rhus cotinus*, arbrisseau cultivé en Provence, renferment une substance cristallisable de couleur jaune, qui est employée en teinture.

Cette substance, que l'on a nommée *fustine*, est d'un jaune orangé; elle se dissout dans l'eau, l'alcool et l'éther. Les dissolutions de fustine se colorent en rouge sous l'influence des alcalis ou des terres alcalines; elles prennent une teinte d'un vert-olive en présence du sulfate de protoxyde de fer, et précipitent en jaune les acétates de plomb et de cuivre.

On obtient la fustine pure en ajoutant une petite quantité de gélatine dans une décoction de fustet. Le tannin se précipite, tandis que la matière colorante reste dissoute. La liqueur, étant évaporée à sec, laisse un résidu d'un jaune verdâtre, qui est repris par l'éther, puis séparé de ce dissolvant par distillation. On le traite alors par de l'eau tenant en suspension de l'oxyde de plomb; il se forme une laque qui, décomposée par l'acide sulfhydrique, donne la fustine pure.

BOIS DE CAMPÊCHE (*Hematoxylum campechianum*).

Le bois de Campêche est rougeâtre à l'extérieur, jaunâtre à l'intérieur; très dense, d'une odeur douce, qui ressemble à celle de la violette. Il renferme :

Une essence,
Une matière colorante (*hématoxyline*),
Une substance azotée,
De la résine,
De l'acide acétique,
Du chlorure de potassium,
Des acétates de potasse et de chaux,
Du sulfate de potasse,
De l'oxalate de chaux,
De l'alumine,
De l'oxyde de fer,
De l'oxyde de manganèse. (M. CHEVREUL.)

L'hématoxyline a été découverte par M. Chevreul, et étudiée avec soin par M. Erdmann. Les propriétés de cette matière colorante ont été décrites (tome V, p. 526).

1 kilogramme d'extrait de campêche contient environ 125 grammes d'hématoxyline pure.

Dans le commerce, on trouve le bois de Campêche en poudre ou plus

Digitized by Google

souvent en morceaux, parce que, sous ce dernier état, l'extraction de la matière colorante est plus facile.

L'eau n'enlève qu'avec difficulté l'hématoxyline au bois de Campêche : un gramme de ce bois réduit en poudre exige, pour être épuisé, environ deux litres d'eau bouillante, et la liqueur, soumise à l'évaporation, ne donne que 0gr,25 à 0gr,30 d'extrait coloré. (M. Chevreul).

Le commerce livre des extraits de campêche qui ont été préparés en faisant agir simultanément la vapeur et l'eau sur le bois colorant réduit en poudre. L'eau chargée d'hématoxyline est ensuite évaporée à sec, ou bien à consistance sirupeuse : le résidu de cette évaporation constitue l'extrait.

La poudre de campêche destinée à la teinture est parfois soumise à un traitement qui a pour but d'augmenter son pouvoir colorant, tout en diminuant la quantité de matières qui accompagnent l'hématoxyline et qui altèrent souvent la blancheur des parties *réservées* du tissu.

Une couche de campêche, de plusieurs centimètres d'épaisseur, est étendue sur les dalles d'une chambre dans laquelle on peut facilement établir un courant d'air. Cette poudre est humectée d'eau avec un arrosoir, puis recouverte d'une nouvelle couche de campêche pulvérisé, qu'on mouille de la même manière, avant de placer une troisième couche. La superposition du bois colorant est continuée ainsi jusqu'à ce que l'on atteigne la hauteur de 1m,50, moment où la masse est abandonnée à elle-même. La température s'élève rapidement, la fermentation commence et détruit les matières autres que l'hématoxyline. Si l'on ne prenait soin alors d'établir un courant d'air dans la chambre et de déplacer de temps en temps le campêche pour éviter une trop forte élévation de température, la matière colorante se décomposerait inévitablement. Quand la température a été bien ménagée, le bois est, au bout de trois ou quatre semaines, d'un beau rouge de sang ; et malgré toute l'eau qu'il renferme, son rendement en matière colorante est égal aux 5 huitièmes de celui du bois non traité.

BOIS DE BRÉSIL.

Les arbres du genre *Cæsalpina*, connus dans le commerce sous le nom de *bois de Brésil*, renferment une matière colorante rouge qui a reçu le nom de *brésiline* (M. Chevreul). Ils ne sont pas tous également estimés ; nous les examinerons ici dans l'ordre où on les classe d'après leur valeur.

Le *Cæsalpina crista*, que l'on trouve à la Jamaïque et au Brésil, reçoit dans l'industrie le nom de *bois de Fernambouc*. Sa dureté est considérable ; sa densité, beaucoup plus grande que celle de l'eau.

Ce bois présente une teinte jaune à l'intérieur et rouge à l'extérieur.

Digitized by Google

Cette dernière coloration, qui s'est formée sous l'influence de l'air, disparaît par l'action prolongée du même agent.

Le *Cæsalpina sappan* ou *bois du Japon, bois de sappan*, etc., offre beaucoup d'analogie avec le précédent.

Le *Cæsalpina echinata* fournit les *bois de Sainte-Marthe, de Nicaragua* et *de Lima*.

Enfin le *Cæsalpina vesicaria* ou *Brésil*, que l'on considère comme inférieur à tous les autres.

La distinction qui a été établie entre ces divers bois provient surtout de ce qu'ils contiennent des quantités plus ou moins grandes de matières astringentes, qui altèrent la teinte de la brésiline. On a proposé d'enlever ces matières en ajoutant à l'extrait coloré un certain volume de lait et en chauffant ensuite le mélange. La caséine se coagule et détermine la séparation des matières astringentes. La liqueur qui reste après ce traitement est du rouge le plus pur, et peut servir directement soit à l'impression, soit à la teinture.

Les bois de Brésil diffèrent du bois de Campêche par leur teinte claire, par le précipité rouge que leur infusion donne avec la chaux, la baryte, le protochlorure d'étain, l'acétate de plomb, etc., au lieu du précipité bleu que produit l'infusion du bois de Campêche avec les mêmes corps. Le seul caractère commun à ces deux espèces de bois est de donner une infusion qui prend une teinte jaune sous l'influence d'une petite quantité d'acides sulfurique ou chlorhydrique, et qui vire au rouge en présence d'un excès de ces acides.

Les traitements que l'on fait subir au bois de Brésil avant de l'employer en teinture sont les mêmes que ceux qui s'appliquent au bois de Campêche. La valeur du bois est déterminée par les procédés indiqués en parlant des essais de garance.

Nous compléterons ici les détails que nous avons déjà donnés sur la brésiline.

Cette substance, soumise à la distillation, donne divers produits de décomposition parmi lesquels se trouve une matière peu connue d'un rouge pourpre. On peut conserver la brésiline dans l'eau, même au contact de l'air. Cette propriété permet, dans les ateliers de teinture, de préparer à la fois de grandes quantités de décoction de bois de Brésil. On sait que les décoctions obtenues depuis longtemps possèdent un pouvoir tinctorial double de celui des décoctions récentes.

L'acide sulfhydrique décolore les solutions de brésiline, en formant avec cette substance un composé particulier.

En réagissant sur la brésiline, l'acide chromique donne naissance à une combinaison colorée fort peu stable.

Pour obtenir cette matière colorante, il faut épuiser par l'eau le bois de Brésil réduit en poudre et évaporer l'extrait aqueux jusqu'à siccité,

Digitized by Google

afin de chasser par volatilisation l'acide acétique libre qui s'y trouve. Le résidu étant repris par l'eau, on agite la liqueur avec de l'oxyde de plomb, pour saturer les acides fixes qu'elle renferme. L'excès d'oxyde de plomb se dépose, et la liqueur éclaircie peut être décantée dans une capsule, puis évaporée à sec. La dissolution alcoolique de ce nouveau résidu est filtrée, concentrée par évaporation, mélangée avec de l'eau et additionnée d'une solution de gélatine, jusqu'à ce qu'il ne se précipite plus de tannin. En évaporant une dernière fois à sec, et en épuisant par l'alcool, on enlève seulement la brésiline, qui cristallise par le refroidissement. (M. CHEVREUL.)

BOIS DE SANTAL (*Pterocarpus santalinus*).

Le bois de santal se trouve dans le commerce en fragments et en poudre; il donne une infusion jaunâtre ou rouge employée en teinture. La matière colorante que renferme ce bois a été étudiée successivement par Vogler, Pelletier, et M. Preiser; on lui a donné le nom de *santaline*

100 parties de bois de santal cèdent à l'alcool bouillant 17 parties de santaline.

La dissolution de santaline donne avec les sels métalliques des précipités diversement colorés. Le précipité obtenu avec les sels d'étain au minimum est pourpre; il est violet, avec les sels de peroxyde de plomb; violet foncé, avec les sels de peroxyde de fer; rouge écarlate, avec les sels de protoxyde de mercure; et rouge brun, avec les sels d'argent.

D'après les recherches de M. Preiser, la matière colorante enlevée par l'alcool au bois de santal n'est pas de la santaline pure, et pour obtenir cette substance à l'état de pureté, il faut agiter l'extrait éthéré de santal avec de l'oxyde de plomb, placer dans de nouvel éther la laque qui se produit, et faire passer un courant de gaz acide sulfhydrique dans la liqueur. Il se précipite du sulfure de plomb, tandis que la santaline reste dissoute dans l'éther, qui l'abandonne en cristaux incolores par l'évaporation.

La santaline ainsi préparée se colore facilement en rouge à l'air, sous l'influence des acides ou au contact des alcalis. Elle se dissout dans l'eau, tandis que le principe colorant rouge obtenu par Pelletier est insoluble dans ce liquide.

ÉCORCES.

L'*écorce* est l'enveloppe externe des plantes: elle se compose de deux parties principales, l'*épiderme* et le *parenchyme*.

Digitized by Google

On distingue en outre, dans le parenchyme, le tissu cellulaire et la couche subéreuse.

En général, cette dernière portion de l'écorce présente une épaisseur invariable pendant la durée de la végétation ; mais parfois, au contraire, la couche augmente avec une telle rapidité, que l'épiderme, dont l'extension est moins prompte, se déchire en plusieurs points du tronc. La couche subéreuse qui se développe ainsi est désignée sous le nom de *liége*.

Plusieurs écorces renferment des substances employées dans les arts ou en médecine.

CONIFÈRES.

PINUS MARITIMA.

L'écorce de cet arbre renferme :

Tannin	52,195
Gomme	3,960
Matières extractives	17,180
Résine	1,035
Fibre végétale	25,445
	99,815

(M. NARDO.)

C'est du *Pinus maritima* que l'on retire la térébenthine de Bordeaux.

PINUS SYLVESTRIS.

L'écorce de *Pinus sylvestris* a présenté la composition suivante :

Tannin et produits de sa décomposition	13,18
Résine	12,67
Extrait contenant du sucre et une matière amère	28,57
Quinate de chaux	1,01
Substance gélatineuse	34,57
Eau et perte	10,00
	100,00

(BERZELIUS.)

On a proposé de se servir de l'écorce du *Pynus sylvestris* dans le traitement des fièvres intermittentes.

Digitized by Google

SALICINÉES.

SALIX ALBA (*Saule blanc*).

On trouve dans l'écorce du saule blanc des matières grasses et cireuses, un principe colorant jaune, du tannin, un acide particulier, une substance cristallisable que nous avons étudiée sous le nom de *salicine*, enfin de la fibre ligneuse.

C'est à la présence de la salicine que l'écorce de saule doit son action dans les fièvres intermittentes.

POPULUS TREMULA (*Tremble*).

L'écorce du tremble est lisse, blanchâtre et fortement amère. On l'emploie aux États-Unis comme fébrifuge. Son action sur l'économie animale est due à deux corps particuliers, la *salicine* et la *populine*. Les propriétés de ces deux corps ont été décrites (tome V, p. 224 et 228).

CUPULIFÈRES.

QUERCUS ROBUR (*Chêne*).

Lorsqu'on enlève à un chêne encore jeune son écorce, elle offre une teinte rougeâtre. Elle répand une odeur fade particulière. On l'emploie sous le nom de *tan*, pour rendre les cuirs imputrescibles (voy. tome IV, p. 319).

Soumise à l'analyse, l'écorce de chêne a donné les résultats suivants :

Substances extraites par l'eau et l'alcool	Acide gallique, acide tannique	1,09
	Gomme et traces de sels	8,50
	Acide quercitannique	5,60
	Sucre, chlorure de sodium, acide malique, sels, extrait coloré	8,66
	Résine	1,11
	Matière cireuse	0,66
	Produits de l'altération de l'acide tannique	2,34
Substances extraites par l'acide chlorhydrique et la potasse	Matières extractives	1,67
	Matières extractives altérées	2,54
	Acide pectique	6,77
	Phosphate de chaux	0,40
	Phosphate de magnésie	1,15
	Malates de chaux et de magnésie	0,80
	Ligneux	58,23
		99,52

(GERBER.)

Digitized by Google

Voici les quantités d'acide quercitannique trouvées dans quelques écorces de chêne :

Écorce blanche de vieux chêne	15 pour 100
Écorce de jeune chêne	16 —
Écorce de chêne colorée	4 —
Écorce entière de chêne	6,3 —

(HUMPHRY DAVY.)

QUERCUS SUBER (*Chêne liége*).

Le *Quercus suber* présente une écorce noirâtre à l'extérieur, jaunâtre à l'intérieur, épaisse, fendillée et spongieuse. Cette écorce se déchire au bout d'un certain temps, tombe et se trouve remplacée par une seconde enveloppe qui se détache également du tronc, pour faire place à une troisième, et ainsi de suite ; de telle sorte qu'après un certain nombre d'années, l'arbre a produit une quantité d'écorce assez considérable.

La partie corticale, détachée du *Quercus suber*, étant débarrassée de l'épiderme qui la recouvre, peut servir à plusieurs usages ; on lui donne le nom de *liége*.

LIÉGE.

Propriétés. — Composition.

Le *liége* est une matière jaunâtre, élastique et poreuse, qui est formée de :

Huile odorante, acide acétique, acide gallique, gallate de fer, matière colorante, substance azotée, chaux.	14,25
Cérine et résine	15,75
Matière particulière (*subérine*)	70,00
	100,00

(M. CHEVREUL.)

La subérine est blanche, compressible, inflammable ; elle donne des produits huileux et ammoniacaux à la distillation. Elle se convertit partiellement en acide subérique sous l'influence de l'acide azotique. Le même acide se produit aussi, lorsqu'on traite le liége par l'acide azotique.

On obtient la subérine en épuisant le liége par l'alcool et l'éther.

Le liége traité par l'éther dans un appareil de déplacement a donné de belles aiguilles cristallines, blanches et soyeuses ; la substance résineuse qui les constitue est formée de :

Carbone	82,6
Hydrogène	11,2
Oxygène	6,2
	100,0

(M. BOUSSINGAULT.)

Digitized by Google

État naturel. — Extraction.

Le liége prend naissance sur plusieurs espèces d'arbres ; mais c'est du *Quercus suber*, *chêne liége* ou *alcornoque* qu'on le retire pour les besoins des arts.

Le *Quercus suber* se rencontre en Espagne et dans quelques départements du midi de la France. Les premiers déchirements de l'épiderme commencent quinze ans après la germination, et la couche subéreuse apparaît aux endroits lacérés. On pourrait commencer l'exploitation vers cette époque, mais la quantité de liége obtenue serait peu considérable. Ordinairement la décortication n'a lieu que sur des arbres âgés de quarante ans : une entaille est pratiquée à la hache dans toute la longueur du tronc, de manière à ne pas blesser la partie ligneuse ; deux autres entailles sont faites en travers aux extrémités de la première ; puis, à l'aide de la hache, agissant comme levier, on soulève la section comprise entre les trois coupures.

Deux opérations de ce genre suffisent pour décortiquer complétement un tronc qui fournit deux plaques de liége pesant en moyenne 50 kilos. (M. J. de Passa).

Avant d'être livré au commerce, le liége subit un traitement qui a le double résultat de le débarrasser de l'épiderme qui recouvre une de ces faces, et de lui communiquer une grande élasticité. Ce traitement consiste : 1° en une immersion prolongée dans l'eau froide, qui ramollit l'enveloppe épidermique, et permet de l'enlever facilement à l'aide d'une doloire tranchante ; 2° en une ébullition avec l'eau, qui fait prendre au liége l'élasticité convenable.

EUPHORBIACÉES.

CROTON ELEUTERIA (*Cascarille*).

Voici les principales substances qu'on a trouvées dans l'écorce de cascarille :

De l'albumine, du tannin, une matière colorante rouge, une substance grasse, une essence d'une odeur agréable, de la cire, de la résine, une matière gommeuse, de l'amidon, de l'acide pectique, du ligneux, une matière cristallisable (*cascarilline*), un sel de chaux, du chlorure de potassium.

Les propriétés de la cascarilline ont été étudiées précédemment (t. IV, p. 641).

Cette substance s'obtient en ajoutant de l'acétate de plomb dans l'extrait aqueux d'écorce de cascarille, filtrant et précipitant l'excès de plomb par l'hydrogène sulfuré. La liqueur, évaporée à une douce cha-

Digitized by Google

leur, laisse déposer une masse amorphe qui, lavée à l'alcool froid et traitée ensuite par l'alcool bouillant, cède la cascarilline à ce dissolvant. On purifie la cascarilline en la faisant cristalliser à plusieurs reprises, après l'avoir décolorée par le noir animal. (M. DUVAL.)

BUXUS SEMPERVIRENS (*Buis*).

L'écorce du buis est blanchâtre sur les tiges les plus fortes et verte sur les jeunes tiges. Elle renferme :

Chlorophylle	0,6
Matière d'un brun rougeâtre	0,3
Cire	1,4
Substance grasse azotée	1,1
Résine	4,0
Matières extractives	14,1
Une base particulière (*buxine*) à l'état de malate	1,1
Gomme	4,4
Ligneux	67,8

Cendres formées de :

Sulfate de potasse Sulfate de chaux Carbonate de chaux Carbonate de magnésie Phosphate de chaux Oxyde de fer Silice	5,2
	100,0

(M. FAURÉ.)

La *buxine* est brune, transparente, amère, incristallisable, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et en petite quantité dans l'éther. Elle ramène au bleu le papier de tournesol rougi par les acides, et forme des sels parfaitement neutres, qui donnent des précipités blancs gélatineux avec les dissolutions de potasse, de soude ou d'ammoniaque. On obtient la buxine en décomposant à chaud, par un lait de magnésie, la matière provenant de l'évaporation d'un extrait aqueux d'écorce de buis. La buxine reste mélangée avec l'excès de magnésie employé. On l'en sépare à l'aide de l'alcool.

Digitized by Google

LAURINÉES.

LAURUS CINNAMOMUM (*Laurier-Cannellier*).

La *cannelle* est l'écorce intérieure des jeunes pousses et des branches du laurier-cannellier.

On trouve dans le commerce cinq espèces de cannelles :

La *cannelle de Ceylan*,
La *cannelle de Chine*,
La *cannelle de Sumatra*,
La *cannelle de Cayenne*,
La *cannelle mate*.

La *cannelle de Ceylan* est rougeâtre à l'intérieur, d'un brun grisâtre à l'extérieur, d'une saveur chaude et aromatique, d'une odeur agréable. Elle renferme :

Une essence,
Du tannin,
Une matière colorante,
De l'amidon,
De l'acide cinnamique.

Lorsqu'on la distille avec de l'eau, il passe dans le récipient une essence formée d'un hydrure particulier, l'*hydrure de cinnamyle* (voy. tome V, p. 200), et d'un carbure d'hydrogène peu connu.

L'essence de cannelle, abandonnée à elle-même, laisse déposer deux résines, qui présentent en centièmes la composition suivante :

	I.	II.
Carbone	78,4	83,3
Hydrogène	6,4	6,0
Oxygène	15,2	10,7
	100,0	100,0

(M. MULDER.)

La *cannelle de Chine* est d'un rouge brun. Elle contient plus d'essence que la précédente ; mais l'odeur de cette essence est moins agréable.

Quand on abandonne la cannelle de Chine à elle-même, elle se convertit partiellement en un corps cristallisable, nommé *benzhydrol*.

Le benzhydrol est incolore, inodore, fusible à une basse température ; il se décompose par la distillation et donne une huile volatile qui contient :

Carbone	75,35
Hydrogène	6,86
Oxygène	17,79
	100,00

Digitized by Google

L'acide azotique bouillant transforme le benzhydrol en un corps analogue à l'acide nitrobenzoïque. L'acide sulfurique le dissout en prenant une teinte jaune; la liqueur, étendue d'eau, dépose le benzhydrol non altéré.

Le benzhydrol, distillé en présence de la potasse, donne une huile d'une odeur d'amande douce, et qui présente la composition suivante :

Carbone	69,66
Hydrogène	6,05
Oxygène	24,29
	100,00

(MM. ROCHLEDER et HLASIWETZ.)

La *cannelle de Sumatra* participe à la fois des propriétés de la cannelle de Ceylan et de celle de Chine.

Le cannellier de Ceylan fournit encore une cannelle mate d'un jaune foncé à l'extérieur, d'un jaune pâle à l'intérieur, d'une saveur agréable, mais très faible. On la désigne sous le nom de *cannelle mate*.

La *cannelle de Cayenne*, de première qualité, est de couleur blonde; son odeur et sa saveur se rapprochent beaucoup de celles de la cannelle de Ceylan. Il existe une seconde sorte de cannelle de Cayenne moins estimée que la précédente; on la rencontre dans le commerce en morceaux mal roulés, rougeâtres et fibreux. Sa saveur est poivrée.

L'écorce qui porte le nom de *cannelle giroflée* provient du *bois de girofle*, *bois de crabe*. Elle est d'un brun clair, d'une texture compacte, d'une saveur piquante. On l'a trouvée composée, en centièmes, de :

Huile volatile	0,8
Résine	4,0
Extrait gommeux	14,6
Fibre ligneuse	64,3
Eau	16,3

(BUCHOLZ.)

Pour obtenir la cannelle, on enlève l'épiderme des jeunes branches du *Laurus cinnamomum;* l'écorce ne tarde pas alors à se fendiller, et à tomber sur le sol. On en recueille les fragments pour les faire sécher au soleil, après les avoir emboîtés les uns dans les autres.

LAURUS SASSAFRAS.

L'écorce de *Laurus sassafras* est brune, rugueuse, friable, amère et d'une odeur aromatique; elle contient :

Digitized by Google

Essence pesante.	0,8
Essence légère	
Matière camphrée.	
Matière grasse cristallisable	0,8
Cire et résine.	5,0
Substance particulière (*sassafridé*).	9,2
Tannin	5,8
Albumine	0,6
Sassafride, tannin et gomme, sels, matière colorante rouge.	9,8
Fécule souillée de tannin et de sels.	34,3
Ligneux.	24,7
Eau.	9,0
	100,0

(M. Reinsch.)

L'essence de sassafras a été étudiée précédemment ; nous ajouterons ici quelques nouveaux détails sur ses propriétés : les acides azotique et sulfurique concentrés réagissent vivement sur cette essence, l'enflamment quelquefois et donnent naissance à des produits résineux. L'action prolongée du gaz acide sulfureux transforme partiellement l'essence de sassafras en une huile qui bout à 235°, et qui a pour formule $C^{10}H^{5}O^{3}$. Le perchlorure de phosphore attaque vivement cette essence et produit un corps huileux ayant pour formule $C^{20}HCl^{9}O^{4}$. (M. Saint-Évre.)

THYMÉLIACÉES.

DAPHNE MEZEREUM (*Bois gentil*).

La substance connue dans le commerce sous le nom de *garou* est l'écorce du bois gentil ; on y trouve :

De la cire,
Une résine âcre,
Des matières extractives et colorantes,
De l'acide malique,
Une base particulière (la *daphnine*),
Des malates de potasse, de chaux et de magnésie,
De l'alumine,
De l'oxyde de fer,
De la silice.

La substance résineuse extraite du garou est d'un vert foncé ; elle renferme une huile vésicante d'un jaune d'or, qui paraît être phosphorée, car elle donne de l'acide phosphorique lorsqu'on l'incinère en présence de l'azotate de potasse.

La *daphnine* est cristallisable, peu soluble dans l'eau, plus soluble

Digitized by Google

dans l'alcool et l'éther. On l'obtient en distillant avec de la magnésie un extrait aqueux de garou.

D'après Vauquelin, la daphnine se trouve également dans l'écorce du *Daphne alpina*. Elle y existe même en quantité plus considérable que dans le *Daphne mezereum*.

MAGNOLIACÉES.

CANNELLA ALBA (*Cannellier blanc*).

La *cannelle blanche* ou *fausse écorce de Winter* a été analysée successivement par M. Henri et MM. Pétroz et Robinet. Elle renferme :

Une essence,
Une résine aromatique,
Une substance sucrée,
Un principe amer,
De la gomme,
De l'amidon,
De l'albumine végétale,
Divers sels de chaux et de potasse,
Du ligneux.

Le principe sucré présente de l'analogie avec la mannite. Il est cristallisable, soluble dans l'eau, dans l'alcool étendu. L'acide azotique le convertit à l'ébullition en acide oxalique. Il brûle en répandant une odeur aromatique particulière.

Le principe amer est brun, peu soluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool anhydre.

L'essence que renferme la cannelle blanche est jaunâtre, d'une odeur forte et d'une saveur aromatique. Elle laisse déposer spontanément un stéaroptène cristallisé. (Cartheuser.)

On emploie en Amérique la fausse écorce de Winter comme stomachique. Elle entre dans la préparation du vin diurétique amer.

SIMAROUBÉES.

QUASSIA SIMARUBA (*Simarouba*).

L'écorce du *Quassia simaruba* contient :

Une huile volatile,
Une résine,
Divers sels minéraux et organiques à base de potasse, de soude et de chaux,
Du ligneux,
Une substance amère (la *quassine*).

Digitized by Google

La quassine a été étudiée (tome IV, p. 646). Elle existe non-seulement dans le simarouba, mais encore dans le bois de Surinam (*Quassia amara*). Pour l'en extraire, on fait digérer avec de la chaux éteinte un extrait aqueux de bois de Surinam. La liqueur qui surnage est ensuite soumise à l'évaporation. On reprend le résidu par de l'alcool à 90°, et l'on concentre la dissolution. Il se dépose alors une matière cristalline jaune, de laquelle l'alcool absolu sépare facilement la quassine. On additionne la liqueur alcoolique d'une certaine quantité d'éther, puis on la verse dans l'eau. La quassine se dépose à l'état cristallin.

XANTHOXYLÉES.

XANTHOXYLUM CLAVA HERCULIS (*Clavalier jaune*).

Le *clavalier jaune*, ou *bois des Caraïbes*, donne une écorce dans laquelle MM. Chevallier et Pelletier ont découvert une substance cristallisable, la *Xanthopicrite*, que nous avons étudiée précédemment (t. IV, p. 647).

Pour obtenir la xanthopicrite, on épuise la racine de clavalier par l'alcool bouillant, puis on évapore à sec l'extrait alcoolique. Le résidu est traité successivement par l'eau froide et l'éther. On le dissout ensuite dans l'alcool, qui laisse déposer des cristaux de xanthopicrite par l'évaporation.

HIPPOCASTANÉES.

ÆSCULUS HIPPOCASTANUM (*Marronnier d'Inde*).

Le marronnier d'Inde a une écorce noirâtre. Elle a été analysée par Pelletier et Caventou, qui l'ont trouvée composée de :

Huile grasse verdâtre,
Résine d'un rouge brun,
Matière jaune amère,
Matière rouge,
Tannin,
Ligneux.

Des travaux plus récents ont fait découvrir dans l'écorce du marronnier d'Inde une substance cristallisable, qui a reçu le nom d'*esculine*. Les principaux caractères de l'esculine ont été indiqués (t. IV, p. 633).

SAPOTACÉES.

CHRYSOPHYLLUM GLYCYPHLÆUM.

La *monésia*, écorce de cet arbre, présente des propriétés fébrifuges. Elle renferme :

Digitized by Google

Principe aromatique, stéarine, chlorophylle, cire. . .	1,2
Glycyrrhizine	1,4
Matière particulière (*monésine*).	4,7
Tannin	7,5
Matière colorante rouge	9,2
Gomme	indéterm.
Acide pectique	71,7
Ligneux	
Silice, oxydes de fer et de manganèse	
Phosphates de chaux, de magnésie, sulfate de potasse, chlorure de potassium, malate de potasse.	3,0
Acide malique, malate de chaux.	1,3
	100,0

MM. Bernard, Derosne, Henry et Payen.)

Nous donnons ici la composition de l'écorce de *Buranhem*. On remarquera qu'elle est presque identique avec celle de la monésia; les arbres qui fournissent ces écorces appartiennent d'ailleurs tous deux à la famille des *Sapotacées*.

Matière grasse, cire, chlorophylle	1,2
Glycyrrhizine	1,4
Matière analogue à la saponine	4,7
Tannin	7,5
Matière colorante rouge	9,2
Bimalate de chaux.	1,3
Sels de potasse, de chaux, silice	3,0
Pectine et ligneux	71,7
	100,0

(MM. Payen et Henry.)

LOGANIACÉES.

CUSPARIA FEBRIFUGA (*Angusture vraie*).

L'écorce d'angusture est rougeâtre ou d'un jaune fauve à l'intérieur, et d'un gris jaunâtre à l'extérieur. Sa texture est compacte, son odeur désagréable, sa saveur amère et piquante. Cette écorce se trouve dans le commerce en morceaux de 0m,20 de longueur, et de 0m,40 à 0m,50 de largeur.

Digitized by Google

D'après l'analyse de Fischer, elle contient :

Huile volatile âcre	0,3
Résine dure	1,7
Résine molle	1,9
Caoutchouc	0,2
Principe amer	3,7
Gomme	5,1
Ligneux	89,1
	102,0

Le corps désigné par Fischer sous le nom de principe amer est d'un jaune brunâtre ; il précipite les sels de fer, le protochlorure d'étain, l'acétate de plomb, l'azotate de protoxyde de mercure et le tannin.

M. Saladin a extrait de l'écorce d'angusture vraie une base cristallisable à laquelle il a donné le nom de *cusparine*.

La cusparine est incolore, fusible à 45°, et décomposable par l'action d'une chaleur de 133°. Elle se dissout dans 8,7 parties d'eau bouillante et dans 3,3 parties d'alcool froid. Elle est insoluble dans l'éther et dans les essences.

Les acides étendus dissolvent la cusparine et la laissent déposer par la concentration. L'acide azotique colore cette substance en jaune verdâtre ; l'acide sulfurique lui fait prendre une teinte brune ; l'azotate de protoxyde de mercure, une teinte d'un beau rouge pourpre.

Pour obtenir la cusparine, il faut traiter par l'alcool l'écorce d'angusture vraie, évaporer la liqueur jusqu'à siccité, et purifier le résidu par plusieurs cristallisations.

APOCYNÉES.

STRYCHNOS NUX VOMICA (*Fausse angusture*).

L'écorce de fausse angusture est rougeâtre à l'extérieur, ou bien d'un brun jaunâtre et marquée alors de points noirs et blancs. Sa cassure est résineuse, sa saveur amère et son odeur extrêmement faible.

Cette écorce renferme :

Une matière grasse,
Une substance colorante jaune,
De la gomme,
Du sucre,
Du ligneux,
Une base organique (*brucine*).

Digitized by Google

Les propriétés de la brucine ont été décrites (t. IV, p. 414). Voici comment on peut extraire cet alcaloïde de l'écorce de fausse augusture. Après avoir épuisé l'écorce par l'alcool, on soumet l'extrait alcoolique à l'évaporation, puis on reprend le résidu par de l'eau. La liqueur filtrée est additionnée d'acétate de plomb, jetée une seconde fois sur un filtre, et soumise enfin à l'action d'un courant d'hydrogène sulfuré ; il se précipite du sulfure de plomb, tandis que la brucine reste à l'état d'acétate dans la liqueur. En ajoutant alors de l'acide oxalique, il se produit de l'oxalate de brucine, qui cristallise par évaporation. Ce sel est lavé à l'alcool faible, puis décomposé à l'ébullition par un lait de magnésie : il abandonne la brucine pure.

RUBIACÉES.

CINCHONA (*Quinquina*).

Les nombreuses variétés de quinquina que l'on trouve dans le commerce peuvent être classées en trois groupes distincts :

Quinquinas gris,
Quinquinas jaunes,
Qninquinas rouges.

Les *quinquinas gris* comprennent les écorces, peu fibreuses, d'une saveur astringente et amère, d'une odeur faiblement aromatique. Ils renferment :

Du quinate de cinchonine,
Une matière grasse,
Des matières colorantes jaunes et rouges,
Du quinate de chaux,
De la gomme,
De l'amidon,
Du ligneux,
Peu ou point de quinine.

Les *quinquinas jaunes* sont fibreux, plus amers et moins astringents que les quinquinas gris. Ils contiennent :

Du quinate de quinine,
Du rouge cinchonique,
Des matières colorantes rouges et jaunes,
Une matière grasse,
De l'amidon,
Du ligneux.

Digitized by Google

On peut en extraire 12 à 16 pour 100 de cinchonine.

Les *quinquinas rouges* participent à la fois des propriétés des quinquinas gris et de celles des quinquinas jaunes. On y trouve :

Des quinates de cinchonine, de quinine et de chaux, du rouge cinchonique,

Une matière colorante jaune,

Du ligneux,

De l'amidon.

On rencontre en outre dans le commerce des écorces dont l'épiderme est blanc, uni, non fendillé et adhérent aux couches corticales.

Ces écorces, désignées sous le nom de quinquinas blancs, sont peu fébrifuges. Elles renferment une base nommée *cinchovatine*.

Le quinquina est fréquemment employé comme tonique et fébrifuge. On l'administre depuis la dose de 30 à 40 centigrammes, jusqu'à celle de 20 à 30 grammes. Son action sur l'économie varie avec son espèce. Nous donnons ici la liste des quinquinas les plus actifs.

1° Le *quinquina calisaya* ou *jaune royal* (*Cinchona calisaya*), qui renferme du quinate de chaux, de la quinine, et de petites quantités de cinchonine. Ce quinquina est presque le seul qui soit propre à la fabrication du sulfate de quinine.

2° *Quinquina jaune orangé.*

Cette écorce renferme plus de cinchonine que de quinine.

3° *Quinquinas pitaya.* 1 kilogramme de cette écorce a donné 23 grammes de cinchonine.

4° *Quinquina rouge vrai*, verruqueux. Écorce d'un gris rougeâtre.

5° *Quinquina rouge vrai* non verruqueux.

6° *Quinquina rouge de Lima.*

7° *Quinquina gris de Lima.*

Les arbres du genre *Cinchona* végètent dans des forêts situées à une grande hauteur, sous une température douce (19° à 25°), et dans un terrain pierreux. Le moment favorable à la récolte est celui où la face interne de l'écorce se colore au contact de l'air ; ce dont on s'assure en détachant un petit fragment de cette écorce sur l'une des branches, et en l'abandonnant à lui-même pendant quelque temps. L'abatage des arbres commence deux jours avant la décortication, afin d'éviter que l'épiderme ne se détache. L'écorce du tronc et celle des branches sont enlevées à l'aide d'un couteau, placées ensuite sur des bandes de drap tendues, où elles se dessèchent sous l'influence des rayons solaires. Il est indispensable, pour empêcher la décomposition de l'écorce, d'isoler chaque morceau sur le drap. Quand l'humidité est chassée, les bandes de quinquina, qui se sont roulées sur elles-mêmes, sont introduites dans des espèces d'enveloppes de peau de bœuf qui servent à les transporter.

Digitized by Google

SOLANÉES.

SOLANUM PSEUDOQUINA.

L'écorce du *Solanum pseudoquina* renferme :

Résine	2,00
Matière grasse	0,10
Principe amer	8,00
Gomme	3,16
Amidon	indéterm.
Oxalate de chaux, malates de potasse, de chaux, de magnésie, de manganèse et de fer	6,00
Ligneux	66,70

(VAUQUELIN.)

Cette écorce est employée au Brésil comme succédanée du quinquina.

Voici la liste de quelques écorces moins connues, et desquelles on a retiré des principes actifs :

NOMS DES ÉCORCES.	PRINCIPES ACTIFS QUI PEUVENT EN ÊTRE EXTRAITS.
Écorce du *Carapa papaya*	Carapine, base organique. (MM. Petroz et Robiquet.)
Écorce d'*Esenbeckia febrifuga*	Esenbeckine, base organique. (Buchner.)
Éc. du pao-pereira (*Valesia inedita*).	Péreirine, base organique fébrifuge. (Goos.)
Écorce de Surinam	Surinamine, base organique. (M. Huttenschmidt.)
Écorce du *Cornus florida*	Cornine, matière cristalline neutre. (Geiger.)
Écorce du geoffrée de la Jamaïque	Jamaïcine, base organique. (M. Huttenschmidt.)

Digitized by Google

ALGUES. — CHAMPIGNONS. — LICHENS (1).

ALGUES.

CORALLINA OFFICINALIS (*Coralline*).

Cette plante a été analysée successivement par Bouvier et M. Payen, qui l'ont trouvée formée de :

Matière organique	13,0
Carbonate de chaux	61,6
Carbonate de magnésie	7,4
Sulfate de chaux	1,9
Chlorure de sodium	1,0
Silice	0,7
Phosphate de chaux	0,3
Oxyde de fer	0,2
Eau	14,1
	100,2

(BOUVIER.)

Matière organique	22,40
Carbonate de chaux	67,20
Sulfate de chaux, silice, etc.	1,50
	100,00

(M. PAYEN.)

Deux autres sortes de corallinées ont été soumises à l'analyse par les mêmes chimistes ; ce sont l'*Halymeda opuntia* et le *Fucus helminthocorton*. Elles ont présenté la composition suivante :

Composition de l'Halymeda opuntia.

Matière organique	3,80
Carbonate de chaux	90,16
Carbonate de magnésie	5,50
Sulfate de chaux, silice, etc.	0,54
	100,00

(M. PAYEN.)

(1) Nous plaçons ici les algues, les champignons et les lichens qui ne peuvent être rangés ni parmi les tiges ligneuses, ni parmi les tiges herbacées.

Digitized by Google

Composition du Fucus helminthocorton.

Matière organique	60,2
Chlorure de sodium	9,2
Iodure de sodium	indéterm.
Sulfate de chaux	11,2
Fibre végétale	11,0
Fer	0,5
Magnésie	0,5
Phosphate de chaux	0,2
Carbonate de chaux	7,5
Silice	0,5
	100,8

(BOUVIER.)

FUCUS VESICULOSUS.

Le *Fucus vesiculosus* est d'un vert olivâtre. Il répand une odeur particulière. On lui a trouvé la composition suivante :

Corps gras	2,0
Squelette du fucus (*fungine*)	78,0
Mucilage brun rougeâtre, matière extractive, sulfate de soude, chlorure de sodium	4,0
Sulfate de chaux, sulfate de magnésie, phosphate de chaux	12,9
Sulfate de soude et chlorure de sodium	3,1
Iodure de sodium	indéterm.
Oxyde de fer et de manganèse, silice, acide particulier.	traces
	100,0

(JOHN.)

Le corps désigné sous le nom de *fungine* paraît se rapprocher de la cellulose : Braconnot lui assigne la formule $C^{12}H^{10}O^{10}$; mais d'après M. Lœwig, la composition de la fungine correspondrait plutôt à la formule $C^{24}H^{21}O^{21}$.

Lorsqu'on soumet le *Fucus vesiculosus* ou tout autre fucus à l'incinération, on obtient des cendres qui peuvent servir à préparer la soude.

Nous rappellerons qu'avant de connaître le procédé Leblanc pour préparer la soude, cet alcali était retiré des fucus ou varechs et de la barille.

On extrait maintenant des fucus une partie de l'iode qui se trouve dans le commerce.

Digitized by Google

Composition des cendres de divers Fucus.

ÉLÉMENTS.	FUCUS VESICULOSUS.		FUCUS DIGITATUS.	FUCUS NODOSUS.	FUCUS SERVATUS.
Potasse	13,01	13,93	20,66	9,13	3,98
Soude.	9,54		7,65	14,33	18,67
Chaux.	8,36	15,41	10,94	11,60	14,41
Magnésie	6,12	14,83	6,86	9,91	10,29
Oxyde de fer	0,28	4,13	0,57	0,26	0,30
Chlorure de sodium.	21,45	9,13	26,18	18,28	16,56
Iodure de sodium. .	0,32	»	3,34	0,34	1,18
Acide sulfurique. . .	24,06	28,58	12,23	24,20	18,59
Acide phosphorique.	1,16	»	2,36	1,38	3,89
Silice	1,15	7,10	1,44	1,09	0,38
Acide carbonique . .	1,20	0,23	8,18	3,74	7,97
Charbon.	13,89	6,47	0,53	6,65	3,15

Le *Fucus vesiculosus* est employé comme aliment dans le Nordland. On le donne aussi aux bestiaux. Les habitants des rivages de la mer l'utilisent comme engrais. Sous ce dernier rapport, les diverses espèces de fucus peuvent être également employées.

Les algues marines distillées avec de l'acide sulfurique donnent un corps liquide nommé *fucusol* (voy. t. V, p. 277). (M. Stenhouse).

CHAMPIGNONS.

Les *champignons* sont des plantes qui présentent toutes les couleurs, excepté toutefois la couleur verte. Ce caractère les sépare nettement des algues. En outre, ils ne paraissent pas pouvoir décomposer l'acide carbonique de l'air. (M. Sacc.) Plusieurs espèces de champignons sont vénéneuses.

La composition des champignons a été établie par les travaux successifs de Vauquelin, Braconnot, Berzelius, Schrader, etc. D'après ces divers chimistes, on trouve dans les champignons trois substances particulières, l'*acide fungique*, l'*acide bolétique* et le *sucre de champignon* ou *mannite*.

M. Dessaigne admet que l'acide bolétique est identique avec l'acide fumarique, et que l'acide fungique n'est qu'un mélange d'acides citrique, malique et phosphorique.

Digitized by Google

BOLETUS LARICIS (*Bolet blanc*).

Le *bolet* ou *agaric blanc* se rencontre sur le tronc du chêne, du tilleul, du hêtre et du mélèze. Il a la forme d'un sabot de cheval. Sa saveur est douce d'abord, mais elle devient bientôt âcre et amère. On doit le considérer comme un purgatif énergique.

L'agaric blanc se trouve dans le commerce sous trois états différents

1° Tel qu'il a été recueilli sur l'arbre ;

2° Mondé, ou privé de son écorce ;

3° Demi-mondé, ou débarrassé des portions les plus dures de son enveloppe.

L'agaric du chêne est employé sous le nom d'*amadou* pour arrêter les hémorrhagies, ou bien pour donner du feu à l'aide du briquet. Dans ce dernier cas, on le trempe dans une dissolution d'azotate de potasse, qui le rend plus inflammable.

Voici la composition de l'agaric blanc :

Résine âcre	9,0
Résine non âcre	41,0
Extrait amer	3,0
Gomme	6,0
Fungine	30,6
Eau et perte	10,4
	100,0

(BUCHOLZ.)

La résine âcre est le principe actif de l'agaric blanc : cette résine est brune, cassante et soluble dans l'alcool.

HELVELLA MITRA.

Ce champignon renferme :

Stéarine	1,0
Huile grasse	3,0
Mannite	2,0
Substances azotées	34,8
Albumine végétale	1,2
Fungate de potasse et phosphate de chaux	8,0
Fungine	39,6
Eau	10,4
	100,0

(SCHRADER.)

Les propriétés de la mannite ont été étudiées (tome IV, p. 652).

Digitized by Google

BOLETUS JUGLANDIS (*Bolet du noyer*).

On a trouvé dans le bolet du noyer :

Huile grasse	0,09
Corps gras solide	0,10
Mannite	0,04
Substance azotée insoluble dans l'alcool	0,95
Albumine végétale	0,58
Fungate de potasse avec traces de phosphate de chaux	0,48
Fungine	7,60
Eau	88,77
	98,61

(BRACONNOT.)

Voici la composition de quelques autres sortes de champignons :

NOMS. des CHAMPIGNONS.	PRINCIPES CONSTITUANTS des CHAMPIGNONS FRAIS.		
	Eau.	Substances solides.	Sels.
Agaricus deliciosus	86,9	13,1	0,90
Agaricus arvensis	90,6	9,4	1,08
Agaricus glutinosus	93,7	6,3	0,30
Agaricus russula	91,2	8,8	0,83
Agaricus cantharellus	90,6	9,4	1,05
Agaricus muscarius	90,6	9,4	0,84
Boletus aureus	94,4	5,6	0,38

(MM. DOPPING et SCHLOSSBERGER.)

LICHENS.

Les lichens sont très répandus à la surface de la terre. On les rencontre depuis les zones tempérées jusque dans les contrées les plus froides, où ils croissent sur les rochers. Certaines variétés peuvent servir d'aliment; d'autres fournissent des matières colorantes. Nous citerons dans la première classe le lichen d'Islande que l'on mêle, dans certains pays,

Digitized by Google

à la farine avec laquelle on fait le pain; et dans la seconde classe les lichens des genres *Variolaria*, *Lecanora*, *Roccella*, *Evernia*.

Voici les résultats obtenus dans l'analyse de plusieurs sortes de lichens :

Composition du lichen d'Islande (Cetraria Islandica).

Sucre cristallisable	3,6
Principe amer	3,0
Cire et chlorophylle	1,6
Gomme	3,7
Matière colorée	7,0
Lichénine	44,6
Matière organique indéterminée	36,2
Sels de chaux et de potasse	1,9
	101,6

(BERZELIUS.)

Les propriétés et l'extraction de la lichénine ont été indiquées tome IV, page 549.

La substance amère que contient le lichen d'Islande est pulvérulente, d'un jaune clair, peu soluble dans l'eau, et très soluble dans le carbonate de potasse, qui la décompose à l'ébullition. Pour l'obtenir, on traite le lichen par l'alcool; l'extrait alcoolique est agité avec de l'éther, qui enlève la chlorophylle, puis avec de l'eau, qui laisse la substance amère à l'état insoluble. (Berzelius.)

Nous rappellerons ici que MM. Schnopp et Schneidermann ont pu retirer du lichen d'Islande deux acides particuliers, l'acide cétrarique et l'acide lichenstéarique, dont les propriétés ont été étudiées précédemment.

Composition du lichen des murailles (Parmelia parietina).

Chlorophylle et résine âcre	1,75
Résine insipide	1,75
Substance amère	1,00
Inuline	2,50
Gelée (pectine)	23,00
Pellicule du lichen	3,25
Oxalate de chaux	65,91
	100,00

(GŒBEL.)

Cette variété de lichen sert à préparer l'acide chrysophanique, comme nous l'avons vu tome V, page 534.

Digitized by Google

VARIOLARIA DEALBATA (*Variolaire*).

La *variolaire*, qui sert à préparer l'orseille, a été trouvée composée, en centièmes, de :

Matière analogue à la cire	5,0
Principe amer et âcre	2,0
Matière colorante verte	1,0
Matière sucrée incristallisable	0,5
Substances gélatineuses	35,4
Substances indéterminées	37,0
Chaux	18,0
Phosphate de chaux ferrugineux, perte	1,1
	100,0

(BRACONNOT.)

TIGES HERBACÉES.

ÉQUISÉTACÉES.

EQUISETUM FLUVIALE (*Prêle*).

Cette espèce de prêle a été étudiée par Braconnot, qui y a découvert l'*acide aconitique* ou *équisétique*, dont les propriétés ont été indiquées (tome IV, p. 254).

L'*Equisetum fluviale*, comme toutes les autres prêles, renferme une grande quantité de silice, qui lui communique de la dureté. On l'emploie pour polir les métaux.

Composition de l'Equisetum fluviale.

Eau	81,33
Ligneux	5,30
Silice	4,32
Acide pectique	2,26
Sulfate de chaux	1,22
Aconitate de magnésie	1,10
Sulfate de potasse	1,02
Matière insoluble dans l'alcool	1,00
Chlorure de potassium	0,98
Matière soluble dans l'alcool	0,86
Phosphate de chaux ferrugineux	0,20
A reporter	99,59

Digitized by Google

Report.	99,59
Chaux.	0,16
Acétate de magnésie.	0,14
Matière grasse et chlorophylle.	0,08
Matière azotée se colorant en rouge par l'acide chlorhydrique	0,02
Phosphate de potasse	0,01
Oxalate de chaux	quantité indéterminée.
Aconitate de chaux	
Aconitate de potasse	
Cire.	
Chlorure de magnésium.	»
	100,00

(BRACONNOT.)

Les cendres laissées après la combustion par 100 parties d'*Equisetum fluviale* se composent de :

Silice	12,00
Sulfate de chaux.	3,39
Sulfate de potasse	2,83
Chlorure de potassium.	2,72
Carbonate de chaux	1,46
Magnésie	0,66
Phosphate de chaux ferrugineux.	0,55
	23,61

En incinérant les autres espèces de prêles, on obtient avec 100 parties de plante sèche un résidu composé de :

	Equisetum hiemale.	Equisetum arvense.	Equisetum limosum.
Silice.	8,75	6,38	6,50
Sulfate de chaux.	»	»	3,30
Sulfate de potasse	0,33	0,37	2,20
Chlorure de potassium.	0,28	0,22	1,20
Carbonate de chaux.	0,93	5,51	1,50
Magnésie.	»	0,46	0,30
Phosphate de chaux ferrugineux.	0,80	q. ind.	q. ind.
Potasse combinée en partie avec la silice	0,72	0,30	traces
Cendres totales.	11,81	13,84	15,50

(BRACONNOT.)

Digitized by Google

GRAMINÉES.

SACCHARUM OFFICINARUM (*Canne à sucre*).

Cette plante, qui a longtemps fourni la totalité du sucre existant dans le commerce, présente une tige mince et élevée, garnie de nœuds régulièrement espacés. Sa hauteur varie entre 2 et 4 mètres; son diamètre, entre 35 et 45 millimètres. Son feuillage, qui est d'abord d'un vert foncé ou d'un rouge pourpre, selon l'espèce, passe ensuite au jaune pâle. Quelque temps avant la maturité, un jet allongé se produit au sommet de la canne, et donne naissance aux fleurs.

On propage ordinairement les cannes au moyen de boutures placées dans de petites fosses (*mortaises*) que l'on remplit de terre meuble humide; ces boutures font un angle de 45° avec l'horizon.

Il convient de laisser entre chaque pied un espace d'un demi-mètre environ. L'époque à laquelle doivent être opérées les plantations ne peut pas être rigoureusement indiquée : c'est en général lorsqu'on prévoit l'approche des pluies. Le sol doit être riche en humus ou en engrais renfermant peu de sels minéraux, qui augmentent la production des mélasses dans le traitement du jus. Les engrais employés sont des débris de poissons, du charbon provenant de la chair musculaire, et le sang desséché. Ce dernier engrais est mélangé avec de la suie, pour écarter les rats, qui, en le dévorant, détruisent parfois les racines de la canne.

Quand les nouvelles tiges sont garnies de feuilles, on sarcle le sol à plusieurs reprises, puis on l'arrose convenablement; enfin l'on butte après chaque sarclage.

Neuf mois après la plantation, la canne commence à se dépouiller de ses feuilles inférieures; et la chute de ces feuilles continue jusqu'à ce que le jet terminal, qui doit porter les fleurs, se soit développé.

La floraison a lieu au bout de l'année; la tige commence alors à perdre sa couleur verte pour prendre une teinte jaune paille, qui, lorsqu'elle est devenue générale, indique au planteur que le moment de la récolte est venu.

Pendant ce temps, la composition de la canne varie beaucoup, et l'amidon qui s'y trouve renfermé se change en sucre. Cette transformation est indiquée dans le tableau suivant, qui présente la composition de la canne prise au tiers de son développement, et après sa maturité complète, c'est-à-dire trois mois après la floraison.

Digitized by Google

Canne d'O-Taïti au tiers de son développement.		Canne d'O-Taïti à l'état de maturité.	
Eau	79,70	Eau	71,04
Sucre	9,06	Sucre	18,00
Cellulose et matière ligneuse incrustante	7,03	Cellulose, matière ligneuse, pectine, acide pectique	9,56
Albumine et trois autres substances azotées	1,17	Albumine et trois autres substances azotées	0,55
Amidon, cérosie, matière verte, substance colorante jaune, matières colorables en brun et en rouge carmin	1,09	Cérosie, matière verte, subst. colorante jaune, matières colorables en brun et en rouge carmin, substance grasse résineuse, huile essentielle, matière aromatique, matière déliquescente	0,37
Matières grasses et aromatiques, substance hygroscopique, huile essentielle, sels solubles et insolubles, silice, alumine	1,95	Sels insolubles, 0,12; sels solubles, 0,16; phosphates de chaux et de magnésie, alumine, sulfate et oxalate de chaux, acétates, malates de chaux, de potasse et de soude, sulfate de potasse, chlorures de potassium et de sodium	0,28
		Silice	0,20
	100,00		100,00

(M. Payen.)

La maturité étant suffisamment avancée, on procède à la récolte, qui s'opère de la manière suivante :

La canne est coupée en biseau près du pied ; on supprime la flèche, les feuilles et les quatre derniers nœuds du sommet, qui, moins riches en sucre, servent de boutures, ou bien sont donnés aux bestiaux. Les cannes brisées avant la récolte ou attaquées par les rats sont mises de côté, parce que ces cannes, altérées ou endommagées, introduiraient dans le jus des matières fermentescibles. Lorsque ce triage est fait, on en porte le produit au moulin, où, à l'aide d'une forte pression, on en retire le jus. Cette opération ayant été décrite (tome IV, p. 590), nous ne reviendrons pas sur ses détails. Nous indiquerons seulement, d'après

Digitized by Google

M. Payen, le produit d'un hectare de terre planté de cannes et pris dans divers pays.

	Rendement d'une année.
Martinique	2000 kil.
Guadeloupe	2400
Bourbon	4000
Brésil	6000

On sait qu'un hectare de terre planté de betteraves ne rend en moyenne que 1500 à 2000 kilogrammes.

LOLIUM TEMULENTUM (*Ivraie*).

Cette espèce d'ivraie est vivace et vénéneuse ; on la rencontre souvent au milieu des champs de froment. Sa graine peut alors se mêler au blé et communiquer ses propriétés toxiques à la farine.

Le *Lolium temulentum* présente la composition suivante :

Chlorophylle	7,50
Résine	3,50
Matière amère avec sels	6,00
Gomme avec sels	9,00
Sucre	0,70
Albumine	0,65
Matières extractives	1,55
Amidon	29,90
Gomme et albumine insoluble	2,90
Gluten	0,80
Fibrine	11,00
Eau	20,00

(M. BLEY.)

TRITICUM SATIVUM (*Froment*).

La tige du froment est verte dans les premiers temps de la végétation, puis elle devient jaune au moment de la maturité. Voici sa composition dans ce dernier état :

Carbone	48,48
Hydrogène	5,41
Oxygène	38,79
Azote	0,35
Cendres	6,97
	100,0

(M. BOUSSINGAULT.)

Digitized by Google

Composition immédiate de la tige du froment.

Substances solubles dans l'eau	7,600
Substances solubles dans une dissolution alcaline étendue	40,431
Matière grasse	0,469
Ligneux	51,500
	100,000

(M. SPRENGEL.)

100 parties de cette paille, soumises à l'incinération, ont donné les résultats suivants :

Potasse	12,50
Phosphate de potasse	5,00
Chlorure de potassium	3,00
Sulfate de potasse	2,00
Phosphates terreux	6,20
Carbonates terreux	1,00
Silice	61,50
Oxyde de fer	1,00
Perte	7,80
	100,00

(TH. DE SAUSSURE.)

HORDEUM VULGARE (*Orge*).

La composition des tiges d'orge a été déterminée par Einoff, M. Sprengel et M. Sacc, qui ont obtenu les résultats suivants :

Composition des tiges d'orge avant leur maturité.

Principe amer	2,33
Fibre ligneuse	9,50
Amidon	2,45
Albumine	0,70
Phosphate de potasse	0,44
Eau	82,81
Perte	1,17
	99,40

(M. EINOFF.)

Digitized by Google

Composition des tiges d'orge arrivées à leur maturité.

Principe amer en partie soluble dans l'alcool	15,68
Fibre ligneuse, cire végétale jaune et albumine	70,31
Albumine	1,70
Silice	0,71
Eau	10,94
Perte	0,66
	100,00

(EINOFF.)

Composition de la paille sèche d'orge.

Substances solubles dans l'eau	11,330
Substances solubles dans une lessive alcaline caustique	38,237
Cire et résine	0,780
Fibre végétale	49,653
	100,000

La paille précédente laisse 5,244 pour 100 de cendres formées de :

Potasse	0,180
Soude	0,048
Magnésie	0,076
Chaux	0,554
Alumine	0,146
Oxyde de fer	1,014
Oxyde de manganèse	0,020
Silice	0,856
Acide sulfurique	2,118
Acide phosphorique	0,160
Chlore	0,072
	5,244

(M. SPRENGEL.)

Composition immédiate de la paille d'orge.

Albumine	1,70
Gomme, sucre, résine mat. grasse	15,19
Fibre ligneuse	70,31
Eau	10,91
Cendres	1,86
	100,00

(M. SACC.)

Digitized by Google

ZEA MAÏS (*Maïs*).

La tige du maïs se compose, en centièmes, de :

Substances solubles dans l'eau	17,000
Substances solubles dans une lessive alcaline	57,034
Cire, résine et chlorophylle	1,740
Fibre végétale	24,226
	100,000

(M. SPRENGEL.)

Elle se moisit facilement, à cause de l'humidité qu'elle renferme ; aussi la paille de maïs, qui d'ailleurs est très dure, ne donne qu'un fourrage de qualité médiocre, et est plutôt employée comme litière. Les cendres de cette tige sont très riches en silice et en alcalis, comme le montre l'analyse suivante des cendres de paille de maïs récolté à Gratz :

Potasse	14,5
Soude	39,9
Chaux	4,9
Magnésie	1,8
Oxydes de fer et de manganèse	0,9
Acide sulfurique	1,0
Acide phosphorique	11,8
Chlore	6,3
Silice	18,9
	100,0

(M. KRUSCHAUER.)

MILIUM (*Millet*).

On assigne à la paille sèche du millet la composition suivante :

Substances solubles dans l'eau	42,266
Substances solubles dans une lessive alcaline caustique	19,437
Cire et résine	0,777
Fibre végétale	37,520
	100,000

Digitized by Google

Cette paille, brûlée dans un creuset, laisse 4,855 pour 100 de cendres contenant :

Potasse	0,623
Soude	0,086
Chaux	0,590
Magnésie	0,370
Alumine	0,010
Oxyde de fer	0,025
Oxyde de manganèse	0,030
Silice	2,186
Acide sulfurique	0,775
Acide phosphorique	0,030
Chlore	0,130
	4,855

(M. SPRENGEL.)

DELPHINIUM STAPHISAGRIA (*Pied-d'alouette*).

Le pied-d'alouette, analysé à l'état vert, a donné les résultats suivants:

Eau	80,00
Substances solubles dans l'eau bouillante	7,17
Substances solubles dans une lessive alcaline caustique	8,18
Cire, résine, chlorophylle	0,18
Fibre végétale	4,47
	100,00

100 parties de cette plante, réduites en cendres, contiennent :

Potasse	0,761
Soude	0,055
Magnésie	0,101
Alumine	0,033
Oxyde de fer	0,029
Oxyde de manganèse	0,025
Silice	0,118
Chlore	0,032
Acide sulfurique	0,070
Acide phosphorique	0,076
	1,300

(M. SPRENGEL.)

Digitized by Google

JONCÉES.

JUNCUS (*Jonc de Bothnie*).

Cette espèce de jonc renferme :

Eau	62,000
Substances solubles dans l'eau	10,638
Substances solubles dans une lessive alcaline caustique	17,112
Cire, résine et chlorophylle	0,150
Fibre végétale	10,100
	100,000

Le jonc de Bothnie, soumis à l'incinération, laisse 3,073 pour 100 de cendres formées de :

Potasse	1,238
Soude	0,345
Chaux	0,456
Magnésie	0,083
Alumine	traces
Oxyde de fer	0,005
Oxyde de manganèse	0,012
Silice	0,285
Chlore	0,361
Acide sulfurique	0,076
Acide phosphorique	0,212
	3,073

URTICÉES.

CANNABIS SATIVA (*Chanvre*).

La tige du chanvre a présenté à l'analyse la composition suivante :

Carbone	39,94
Hydrogène	5,06
Azote	1,74
Oxygène	48,72
Sels	4,54
	100,00

Digitized by Google

Les cendres de cette tige renferment sur 100 parties :

Potasse	7,48
Soude	0,72
Chaux	42,05
Magnésie	4,88
Alumine	0,37
Silice	6,75
Acide sulfurique	1,10
Acide phosphorique	3,22
Acide carbonique	31,90
Chlore	1,53
	100,00

(M. R. KANE.)

Les fibres que l'on obtient avec la tige du chanvre offrent une solidité remarquable ; elles sont employées dans la fabrication des cordages, des voiles de navire, et des étoffes grossières destinées aux usages domestiques.

Nous rappellerons que pour obtenir les fibres du chanvre, on le soumet à un traitement désigné sous le nom de *rouissage*, et qui a pour but de débarrasser la tige de la résine dont elle est imprégnée.

Le rouissage a été décrit tome V, page 558.

Le chanvre présente des propriétés enivrantes, qui paraissent dues à la résine que sécrètent les glandes situées à la surface de la tige et des feuilles. L'action du *Cannabis indica* est surtout très développée ; c'est avec les feuilles de cette variété de chanvre que l'on prépare le *haschisch*, dont on fait un si fréquent usage dans le Levant.

HUMULUS LUPULUS (*Houblon*).

Le houblon, récolté pendant la floraison, se compose sur 100 parties de :

Eau	73,800
Substances solubles dans l'eau	1,460
Substances solubles dans une dissolution alcaline	14,432
Cire, résine et chlorophylle	0,720
Fibre végétale	9,588
	100,000

Il laisse, lorsqu'on le brûle, 1,494 pour 100 de cendres contenant :

Digitized by Google

Potasse	0,169
Soude	0,078
Chaux	0,644
Magnésie	0,094
Alumine	0,019
Oxyde de fer	0,017
Oxyde de manganèse	traces
Silice	0,048
Acide sulfurique	0,217
Acide phosphorique	0,091
Chlore	0,117
	1,494

(M. SPRENGEL.)

LINACÉES.

LINUM USITATISSIMUM (*Lin*).

La tige du lin, comme celle du chanvre, donne, par le rouissage, des fibres résistantes avec lesquelles on fabrique des étoffes. Elle contient :

Carbone	38,72
Hydrogène	7,33
Azote	0,56
Oxygène	48,39
Cendres	5,00
	100,00

(M. R. KANE.)

Le lin perd par le rouissage la totalité des matières minérales qu'il contient ; aussi les eaux qui servent au rouissage se chargent d'une assez grande quantité de matières organiques et minérales, comme le montre l'analyse suivante du résidu d'évaporation d'une eau ayant servi au rouissage du lin en Belgique :

Potasse	15,762
Soude	30,232
Chaux	17,829
Magnésie	1,530
Oxyde de fer	2,584
Acide sulfurique	11,627
— chlorhydrique	2,580
— phosphorique	traces
— carbonique } Mat. organ. et perte }	17,856
	100,000

(M. R. KANE.)

Les cendres du lin présentent une composition qui varie suivant la nature du terrain dans lequel la tige a pris son accroissement, ce qui ressort clairement du tableau suivant ;

Digitized by Google

COMPOSITION DES CENDRES DU LIN, PAR M. R. KANE.

PRINCIPES CONSTITUANTS.	VARIÉTÉS DES LINS.						
	LIN sauvage de qualité inférieure.	LIN précoce de bonne qualité (Belgique).	LIN cultivé en Hollande.	LIN des environs de Dublin.	LIN du comté d'Armagh en Irlande.	LIN presque sauvage.	LIN de très bonne qualité.
Potasse	7,697	27,897	18,410	9,78	6,332	25,790	22,303
Soude	19,186	»	18,912	9,82	6,350	0,429	14,116
Chaux	15,379	16,483	18,374	12,[illegible]3	22,699	19,098	18,525
Magnésie	3,446	3,322	3,023	7,79	4,053	3,648	3,933
Alumine	0,444	0,448	1,439	6,08	»	»	0,725
Oxyde de fer	4,501	1,523	2,360	»	13,520	2,281	1,100
Oxyde de manganèse	traces	traces	»	»	1,092	»	traces
Acide sulfurique	6,280	6,174	9,676	2,65	8,929	12,091	6,833
Acide phosphorique	11,206	11,802	11,058	10,84	7,002	10,983	8,812
Acide carbonique	20,599	25,235	13,750	16,95	4,107	9,895	16,383
Chlorure de sodium	8,213	8,701	5,655	»	0,904	12,751	4,585
Chlore	»	»	»	2,41	»	»	»
Silice	3,056	3,409	5,327	21,35	24,978	3,030	2,678

Digitized by Google

CRUCIFÈRES.

BRASSICA CAMPESTRIS OLEIFERA (*Colza*).

La paille de colza se compose de :

Substances solubles dans l'eau	14,800
Substances solubles dans une lessive alcaline caustique	29,800
Matières solubles dans l'alcool (cire, résine et chlorophylle	0,500
Fibre végétale	54,900
	100,000

100 parties de cette paille, soumises à l'incinération, laissent 3,872 de cendres formées de :

Potasse	0,883
Soude	0,550
Chaux	0,810
Magnésie	0,120
Fer, manganèse et alumine	0.090
Acide phosphorique	0,382
Acide sulfurique	0,517
Chlore	0,440
Silice	0,080
	3,872

(M. SPRENGEL.)

M. Rammelsberg assigne la composition suivante à la paille de colza :

Potasse	8.13
Soude	19,82
Chaux	20,05
Magnésie Peroxyde de fer	2,56
Acide phosphorique	4.76
Acide sulfurique	7,60
Acide carbonique	16,31
Acide chlorhydrique	19,93
Silice	0,84
	100,00

On doit considérer la tige du colza comme un excellent fourrage; elle renferme, à l'état normal, 0,75 pour 100 d'azote.

(MM. BOUSSINGAULT et PAYEN.)

Digitized by Google

COCHLEARIA OFFICINALIS.

Cette plante laisse exsuder, lorsqu'on la comprime, un suc incolore, qui brunit en s'épaississant ; ce suc contient alors :

Matière brune soluble dans l'alcool	48,33
Matière insoluble dans l'alcool	32,00
Sel organique à base de potasse	6,67
Sel organique à base de chaux	8,67
Chlorure de potassium, sulfate de potasse, perte	5,00
	100,67

(BRACONNOT.)

La plante fraiche renferme en outre, du ligneux de l'albumine, de la chlorophylle, et une essence volatile sulfurée.

OMBELLIFÈRES.

PIMPINELLA (*Boucage*).

M. Sprengel a analysé le grand et le petit boucage ; voici les résultats que ce chimiste a obtenus.

Grand boucage, plante en floraison.

Eau	65,000
Substances solubles dans l'eau	11,900
Substances solubles dans une lessive alcaline caustique	12,334
Cire, résine et chlorophylle	0,525
Fibre végétale	10,241
	100,000

Petit boucage, plante en floraison.

Eau	61,000
Substances solubles dans l'eau	13,468
Substances solubles dans une lessive alcaline caustique	12,600
Cire, résine et chlorophylle	0,764
Fibre végétale	12,168
	100,000

Digitized by Google

Grand houcage, cendres laissées par 100 parties de plante verte.

Potasse	0,535
Soude	0,040
Chaux	0,534
Magnésie	0,115
Oxyde de fer	0,007
Alumine	0,008
Oxyde de manganèse	0,002
Silice	0,054
Acide sulfurique	0,095
Acide phosphorique	0,057
Chlore	0,063
	1,510

Petit houcage, cendres laissées par 100 parties de plante verte.

Potasse	0,409
Soude	0,038
Chaux	0,758
Magnésie	0,123
Alumine	0,002
Oxyde de fer	0,006
Silice et charbon	0,040
Acide sulfurique	0,239
Acide phosphorique	0,445
Chlore	0,056
	2,116

(M. SPRENGEL.)

ROSACÉES.

POTERIUM SANGUISORBA (*Pimprenelle*).

La pimprenelle présente en centièmes la composition suivante :

Eau	70,000
Substances solubles dans l'eau	6,600
Substances solubles dans une dissolution alcaline	17,552
Cire, résine et chlorophylle	0,680
Fibre végétale	5,168
	100,000

(M. SPRENGEL.)

Digitized by Google

Elle laisse à l'incinération 1,420 pour 100 de cendres formées de :

Potasse	0,330
Soude	0,030
Chaux	0,533
Magnésie	0,234
Alumine	0,003
Oxyde de fer avec de petites quantités de phosphate de chaux	0,056
Oxyde de manganèse	0,002
Silice	0,046
Chlore	0,040
Acide sulfurique	0,146
	1,420

(M. SPRENGEL.)

LÉGUMINEUSES.

GENESTA (*Genêt*).

Le genêt velu, récolté en septembre, contient :

Eau	54,000
Substances solubles dans une dissolution alcaline caustique	9,000
Substances solubles dans l'eau bouillante	15,483
Cire, résine, chlorophylle	3,689
Fibre végétale	17,837
	100,000

Ses cendres, dont la proportion s'élève à 1,141 pour 100, sont formées de :

Potasse	0,130
Soude	0,059
Chaux	0,298
Magnésie	0,148
Alumine	0,024
Oxyde de fer	0,020
Oxyde de manganèse	0,022
Silice	0,268
Chlore	0,035
Acide sulfurique	0,075
Acide phosphorique	0,062
	1,141

(M. SPRENGEL.)

Digitized by Google

FABA VULGARIS (*Fèves*).

La paille de fèves contient :

Substances solubles dans l'eau	10,666
Substances solubles dans une lessive alcaline caustique	37,424
Cire et résine	0,910
Fibre végétale	51,000
	100,000

100 parties de cette paille, réduites en cendres, renferment :

Potasse	1,656
Soude	0,050
Chaux	0,624
Magnésie	0,209
Alumine	0,010
Oxyde de fer	0,007
Oxyde de manganèse	0,005
Silice	0,220
Acide sulfurique	0,034
Acide phosphorique	0,226
Chlore	0,080
	3,121

PISUM SATIVUM (*Pois*).

La paille de pois est un excellent fourrage : aussi, dans certaines contrées, on ne cultive la plante que pour donner la tige comme nourriture aux animaux ; on l'emploie aussi comme engrais. Cette tige est d'ailleurs très riche en azote, comme le montre l'analyse suivante d'une tige desséchée à 110° :

Carbone	45,80
Hydrogène	5,00
Azote	2,31
Oxygène	35,57
Cendres	11,32
	100,00

(M. BOUSSINGAULT.)

Digitized by Google

M. Sprengel a trouvé dans la tige du pois :

Substances solubles dans l'eau	46,600
Substances solubles dans une dissolution de potasse étendue	23,236
Cire et résine	1,544
Chlorophylle	indéterminée
Fibre végétale	28,620
	100,000

Les 4,971 pour 100 de cendres que laisse cette tige à l'incinération renferment :

Potasse	0,235
Soude	traces
Chaux	2,730
Magnésie	0,342
Alumine	0,060
Oxyde de fer	0,020
Oxyde de manganèse	0,007
Silice	0,996
Acide sulfurique	0,337
Acide phosphorique	0,240
Chlore	0,004
	4,971

(M. SPRENGEL.)

TRIFOLIUM (*Trèfle*).

Le trèfle est une plante vivace, qui croît spontanément dans les prairies. On doit le considérer comme un excellent fourrage, soit à l'état vert, soit après sa dessiccation. La paille de trèfle renferme :

Carbone	47,53
Hydrogène	4,69
Azote	2,06
Oxygène	37,96
Cendres	7,76
	100,00

(M. BOUSSINGAULT.)

Digitized by Google

Les cendres du trèfle se composent de :

Potasse	12,164		26,6
Soude	30,757		0,5
Chaux	16,556		24,6
Magnésie	6,262		6,3
Phosphate de fer	9,506	Oxyde de fer et de manganèse.	0,3
Chlorure de sodium	3,573	Chlore	2,6
Acide phosphorique	2,957		6,3
Acide sulfurique	0,801		2,5
Silice	1,968		5,2
Acide carbonique	22,930		25,0
Charbon	1,244		»
	108,718		100,0
	(M. Horsfold.)		(M. Boussingault.)

Les nombres précédents démontrent que le trèfle, pour végéter dans de bonnes conditions et rendre le plus de produits possibles, exige un sol riche en alcalis.

On a reconnu en outre que, tout en empruntant de l'azote à l'atmosphère, le trèfle demande un terrain contenant des engrais azotés.

VICIA SATIVA (*Vesce*).

La paille de la vesce renferme :

Substances solubles dans l'eau	26,00
Substances solubles dans une lessive alcaline caustique	30,69
Cire et résine	1,32
Fibre végétale	41,99
	100,00
	(M. Sprengel.)

On trouve dans les 5,101 pour 100 de cendres que donne cette plante à l'incinération :

Potasse	1,810
Soude	0,052
Chaux	1,955
Magnésie	0,324
A reporter	4,141

Digitized by Google

Report.	4,141
Alumine	0,015
Oxyde de fer	0,009
Oxyde de manganèse	0,008
Silice	0,442
Acide sulfurique	0,122
Acide phosphorique	0,280
Chlore	0,084
	5,101

(M. SPRENGEL.)

GÈNESTROLLE

La genestrolle verte contient :

Eau	58,000
Substances solubles dans l'eau bouillante	10,080
Substances solubles dans une dissolution alcaline	15,830
Cire, résine, chlorophylle	1,300
Fibre végétale	14,790
	100,000

Les cendres laissées par la genestrolle à l'incinération renferment :

	Quantité de cendres laissées par 1000 parties de genestrolle verte.
Potasse	0,450
Soude	0,052
Chaux	0,182
Magnésie	0,061
Alumine	0,007
Silice et charbon	0,420
Oxyde de fer	0,026
Oxyde de manganèse	0,008
Chlore	0,042
Acide sulfurique	0,067
Acide phosphorique	0,120
	1,435

(M. SPRENGEL.)

Digitized by Google

LATHYRUS TUBEROSUS (*Gesse*).

La tige de la gesse, qui donne un très bon fourrage, se compose de :

Eau	68,000
Substance soluble dans l'eau	4,467
Substances solubles dans une lessive alcaline caustique	19,295
Cire, résine, chlorophylle	0,946
Fibre végétale	7,292
	100,000

(M. SPRENGEL.)

Elle laisse à l'incinération 1,508 pour 100 de cendres formées de :

Potasse	0,315
Soude	0,025
Chaux	0,707
Magnésie	0,097
Alumine	0,007
Oxyde de fer	0,014
Silice	0,032
Acide sulfurique	0,027
Acide phosphorique	0,246
Chlore	0,038
	1,508

(M. SPRENGEL.)

ERVUM LENS (*Lentilles*).

La paille de lentille est un fourrage très substantiel, et ne devant être donné qu'en petite quantité aux bestiaux; le rendement de cette plante en paille est d'ailleurs moindre que pour les autres légumineuses que nous venons d'étudier. La paille de lentille renferme :

Substances solubles dans l'eau	27,466
Substances solubles dans une lessive alcaline caustique	34,162
Cire et résine	4,266
Fibre végétale	37,106
	100,000

(M. SPRENGEL.)

Digitized by Google

100 parties de cette paille, réduites en cendres, contiennent :

Potasse	0,420
Soude	0,333
Chaux	2,040
Magnésie	0,119
Alumine et oxyde de fer	0,034
Oxyde de manganèse	traces
Silice	0,686
Acide sulfurique	0,038
Acide phosphorique	0,180
Chlore	0,049
	3,899

(M. SPRENGEL.)

PLANTAGINÉES.

PLANTAGO (*Plantain.*)

Le plantain, recueilli en septembre, a présenté la composition suivante:

Eau	76,000
Substances solubles dans l'eau bouillante	6,240
Substances solubles dans une dissolution alcaline	11,490
Cire, résine et chlorophylle	0,270
Fibre végétale	6,000
	100,000

Cette plante, soumise à l'incinération, laisse 1,843 pour 100 de cendres qui contiennent :

Potasse	0,717
Soude	0,067
Chaux	0,427
Magnésie	0,023
Alumine	0,036
Silice et petite quantité de charbon	0,304
Oxyde de fer	0,014
Oxyde de manganèse	0,011
Chlore	0,066
Acide sulfurique	0,115
Acide phosphorique	0,063
	1,843

(M. SPRENGEL.)

Digitized by Google

SOLANÉES.

DATURA STRAMONIUM (*Stramoine*).

La stramoine présente en centièmes la composition suivante :

Fibre ligneuse	3,15
Matière gommeuse	0,58
Matière extractive	0,60
Fécule	0,64
Albumine	0,15
Résine	0,12
Phosphates de chaux et de magnésie et sels à base de chaux et de magnésie	0,23
Eau	93,25
Perte	1,28
	100,00

(PROMNITZ.)

Cette plante est un violent poison ; on l'emploie à petites doses comme calmant. Ses cendres renferment sur 100 parties :

Potasse	17,87
Soude	12,57
Chaux	3,63
Magnésie	15,50
Peroxyde de fer	3,48
Oxyde de manganèse	»
Acide phosphorique	30,65
Silice	4,60
Perte	11,70
	100,00

(M. SOUCHAY.)

La stramoine contient une substance cristallisable nommée *stramonine*, qui est blanche, inodore, fusible à 150°, volatile, inflammable et insoluble dans l'eau. Elle se dissout difficilement dans l'alcool. L'éther la dissout mieux.

Les acides ne forment pas de combinaisons cristallisables avec la stramonine ; l'acide sulfurique la dissout en prenant une teinte d'un rouge de sang. (TROMMSDORFF.)

On retire de la stramoine une base organique vénéneuse qui a reçu le nom d'*atropine* (voy. tome IV, p. 455).

COMPOSÉES.

TANACETUM (*Tanaisie*).

La tanaisie renferme, outre les principes immédiats que l'on trouve ordinairement dans les végétaux, un essence jaunâtre dont l'odeur est repoussante, la saveur âcre et amère.

Digitized by Google

L'essence de tanaisie présente une densité égale à 0,931. Elle donne, sous l'influence de l'acide chromique, une matière cristalline identique avec le camphre des laurinées. (M. Persoz.)

La tanaisie est employée en médecine comme tonique et vermifuge. Ses cendres offrent en centièmes la composition suivante :

Chlorure de potassium	9,0
Sulfate de potasse	3,3
Carbonate de potasse	16,7
Carbonate de chaux	43,4
Phosphate de chaux	10,0
Magnésie	0,2
Silice	16,5
Oxyde de fer	0,7
Oxyde de manganèse	0,2
	100,0

(M. Berthier.)

Lorsque la tanaisie a pris son accroissement dans un terrain sec ou gras, l'essence est de couleur verte.

CHRYSANTHEMUM LEUCANTHEMUM (*Marguerite*).

La tige des marguerites contient au mois de mai :

Eau	80,000
Substances solubles dans l'eau bouillante	12,780
Substances solubles dans une lessive alcaline caustique	4,391
Cire, résine et chlorophylle	0,105
Fibre végétale	2,724
	100,000

(M. Sprengel.)

100 parties de cette plante, soumises à l'incinération, donnent 0,881 de cendres formées de :

Potasse	0,056
Soude	0,030
Chaux	0,223
Magnésie	0,021
Alumine	0,088
Oxyde de fer	0,033
Oxyde de manganèse	0,026
Silice	0,298
Chlore	0,025
Acide sulfurique	0,047
Acide phosphorique	0,034
	0,881

(M. Sprengel.)

Digitized by Google

CALENDULA OFFICINALIS (*Souci*).

Le souci contient de la résine, des matières amères, de la gomme, de l'albumine végétale, de l'acide malique libre, des malates de chaux et de potasse, enfin une matière amère nommée *calenduline*.

La calenduline est solide, jaunâtre, friable, insoluble dans l'eau, dans les acides sulfurique et chlorhydrique, très soluble dans l'alcool et dans les alcalis. On l'obtient en épuisant les feuilles ou mieux les fleurs du souci par l'alcool, évaporant l'extrait jusqu'à sec et le traitant ensuite par l'eau et l'éther. (GEIGER.)

On emploie les décoctions de souci en médecine.

PISSENLIT.

La tige du pissenlit se compose au mois de mai de :

Eau	85,000
Substances solubles dans l'eau bouillante	9,140
Substances solubles dans une dissolution alcaline	3,091
Cire, résine, chlorophylle	0,100
Fibre végétale	2,669
	100,000

(M SPRENGEL.)

100 parties de la plante à l'état vert, soumises à l'incinération, donnent 1,487 de cendres formées de :

Potasse	0,300
Soude	0,080
Chaux	0,181
Magnésie	0,003
Alumine	0,027
Oxyde de fer	0,341
Silice	0,362
Chlore	0,104
Acide phosphorique	0,028
Acide sulfurique	0,061
	1,487

(M. SPRENGEL.)

Digitized by Google

ARTEMISIA ABSINTHIUM (*Absinthe*).

L'absinthe, analysée avec ses feuilles, a donné les résultats suivants :

Essence	0,150
Résine	0,238
Albumine	1,250
Amidon	0,133
Substances amères	4,266
Fibres ligneuses	10,833
Azotate de potasse	0,333
Absinthate de potasse	0,917
Eau	61,263
Sulfate de potasse et chlorure de potassium	q. indét.

(BRACONNOT.)

Les cendres de l'absinthe sont formées de :

Chlorure de potassium	3
Sulfate de potasse	1
Carbonate de chaux	59
Alumine	5
Sulfate de chaux	5
Silice	4
Oxyde de fer	3
Perte	10
	90

(M. KUNSMULLER.)

D'après les recherches de M. Zwenger, l'acide absinthique, découvert par Braconnot dans l'absinthe, n'est que de l'acide succinique. Cet acide existe dans la plante à l'état de succinate acide de potasse.

ARTEMISIA CONTRA (*Armoise*).

L'armoise n'a pas été complétement analysée; mais Braconnot a établi la composition de l'extrait aqueux que peut donner cette plante. Voici les résultats que ce chimiste a obtenus :

Résine amère	4,0
Principe amer	50,1
Matière azotée insipide	22,3
Fécule	2,8
Absinthate de potasse	15,3
Chlorure de potassium et sulfate de potasse	q. indét.
	100,0

Il est probable que l'acide absinthique retiré de cette plante par Braconnot n'est, comme pour l'absinthe, que de l'acide succinique.

Digitized by Google

ÉTUDE DES PRINCIPALES FEUILLES.

Les *feuilles* sont des organes latéraux qui naissent sur la tige, et qui se présentent en lamelles de couleur verte.

Le rôle des feuilles pendant la végétation est de faciliter l'ascension du suc dans la plante, par suite de l'évaporation continuelle qui se produit à leur surface, et, en outre, de décomposer, sous l'influence des rayons du soleil, l'acide carbonique de l'atmosphère.

Voici les résultats obtenus dans l'analyse de plusieurs feuilles.

LICHÉNACÉES.

LYCOPODIUM COMPLANATUM (*Lycopode*).

Les feuilles de lycopode renferment :

Chlorophylle	5,0
Matières extractives, sels, acétate d'alumine	25,0
Sels organiques à base de chaux, de magnésie, de manganèse, de fer, de plomb et de cuivre	6,0
Fibre végétale	64,0
	100,0

L'infusion de lycopode est employée comme mordant, à cause de la grande quantité d'acétate d'alumine qu'elle contient. (John.)

AMENTACÉES.

BETULA (*Bouleau*).

Les feuilles du bouleau présentent en centièmes la composition suivante :

Essence et cire	0,3
Extrait jaune et amer Acide libre Gomme Albumine	11,4
Résine Chlorophylle Cire Fibre végétale	33,8
Eau	54,5
	100,0

(M. GRASSMANN.)

On les emploie comme fourrage dans certaines contrées du Nord.

Digitized by Google

CUPULIFÈRES.

QUERCUS INFECTORIA.

Les feuilles de cette espèce de chêne n'ont pas été analysées; mais on a déterminé la composition d'une excroissance (*noix de galle*) qui se forme à leur surface, à la suite de la piqûre d'un insecte, le *Cynips quercûs folii*.

Noix de galle.

La noix de galle est arrondie, d'un gris noirâtre, et de la grosseur d'une aveline. Sa surface est ordinairement garnie d'aspérités épineuses; on y trouve une petite ouverture circulaire qui pénètre jusque dans une cavité intérieure.

Cette noix est inodore et d'une saveur astringente. Elle renferme :

Acide tannique	65,0
Acide gallique	2,0
Acide ellagique Acide lutéogallique	2,0
Chlorophylle et huile volatile	0,7
Matière brune	2,5
Gomme	2,5
Amidon	2,0
Ligneux	10,5
Sucre Albumine Sulfate de potasse, chlorure de potassium, gallates de potasse et de chaux, oxalate de chaux et phosphate de chaux	1,3
Eau	11,0
	99,5

(GUIBOURT.)

La noix de galle sert à obtenir l'acide tannique, à préparer l'encre à écrire et certaines couleurs noires employées en teinture.

Parmi les différentes espèces de noix de galle qu'on trouve dans le commerce, on distingue :

1° La noix d'*Alep*, brune ou d'un gris verdâtre; cette espèce est la plus estimée;

2° La noix de *Morée* ou d'*Alger*, qui est moins riche en tannin que la précédente;

Digitized by Google

3° La *noix du pays* ou *galle d'Europe*, qui se trouve en Espagne, dans le Piémont et en Provence. Cette dernière espèce de noix arrive rarement à sa maturité.

POLYGONÉES.

POLYGONUM TINCTORIUM.

Le *Polygonum tinctorium* est une plante très répandue dans les climats tempérés, et dont les feuilles renferment environ 0,005 pour 100 d'indigo. (M. Baudrimont.)

L'extraction de l'indigo que contient le polygonum tinctorium a été essayée en France. D'après les expériences faites par M. Margueron, il est possible d'obtenir 60 kilogrammes de matière colorante, avec la cueillette d'un hectare de terrain ; et le prix de revient de chaque kilogramme est de 19 fr. Mais les produits obtenus offrent souvent une teinte désagréable. Cet inconvénient, auquel vient s'ajouter celui du prix élevé des matières, rend donc la culture du polygonum tinctorium peu avantageuse dans nos contrées.

Pour extraire l'indigo du polygonum, on emploie la méthode suivie dans les laboratoires pour purifier cette matière colorante, et qui consiste à la réduire à l'état soluble par l'action du sulfate de protoxyde de fer, puis à la laisser précipiter par l'oxygène atmosphérique. Dans ce but, la cueillette, réduite en pâte par son mélange avec de la chaux éteinte et de l'eau, est introduite dans une cuve de bois, et mêlée à 0,20 de sulfate de fer au minimum, 0,30 de chaux éteinte, et 0,30 d'eau. La cuve est fermée et abandonnée à elle-même pendant vingt-quatre heures. Au bout de ce temps, la liqueur est décantée, puis agitée au contact de l'air ; l'indigo s'oxyde, passe à l'état insoluble et se précipite. On le recueille sur un filtre de toile, où on le lave successivement avec de l'acide chlorhydrique étendu et avec de l'eau.

La cueillette n'est pas épuisée par un seul traitement ; il faut recommencer l'opération jusqu'à ce que la liqueur cesse de bleuir sous l'influence de l'air.

Voici la composition des feuilles du *Polygonum tinctorium :*

Eau	66,66
Ligneux	7,40
Indigo (en y comprenant le gluten, le brun et le rouge d'indigo)	1,00
A reporter	75,06

Digitized by Google

Report.	75,06
Matière colorante jaune rougeâtre soluble dans l'eau. Matière colorante rouge soluble dans l'alcool et dans l'éther.	5,40
Chlorophylle.	6,10
Cire	2,32
Albumine	1,20
Gomme	0,90
Tannin.	0,40
Azotate de potasse	0,64
Acétate de potasse	2,94
Chlorure de potassium.	0,60
Chlorure de calcium	0,71
Sulfate de potasse	0,81
Phosphate de potasse.	0,42
Silice.	1,54
Principe aromatique, huile essentielle avec acide acétique libre . . . . . Malate de potasse . . . . . Chlorure de magnésium . . . . . Carbonate de chaux	0,96
	100,00

RENONCULACÉES.

ACONITUM NAPELLUS (*Aconit*).

Cette plante est très vénéneuse; ses feuilles ont été analysées par Bucholz, qui les a trouvées formées de :

Eau.	83,75
Fibre végétale	15,00
Cire, résine, fécule, gomme, albumine, matière extractive brune, sels organiques à base de potasse et de chaux	1,25
	100,00

Le principe vénéneux des feuilles d'aconit a été nommé *aconitine*. Nous avons indiqué ses principales propriétés tome IV, page 455. On l'obtient en épuisant les feuilles d'aconit par l'alcool, saturant l'extrait par la chaux et l'additionnant d'acide sulfurique, après l'avoir filtré. Il se précipite du sulfate de chaux, tandis que l'aconitine reste dans la liqueur. Celle-ci, étant évaporée doucement à sec, laisse pour résidu du sulfate d'aconitine, qui, décomposé par le carbonate de potasse, donne

Digitized by Google

l'aconitine impure. Pour purifier cette base, il faut la traiter par le noir animal, la convertir ensuite en sulfate, décomposer ce sel par la chaux, et épuiser enfin le précipité par l'éther, qui dissout seulement l'aconitine. (Hesse.)

THÉACÉES.

THEA SINENSIS (*Thé*).

L'arbrisseau avec les feuilles duquel on prépare le thé est très répandu entre l'équateur et le 45° de latitude. On le rencontre dans les pays humides, sur les sols légers et sablonneux.

En Chine, le thé est propagé par semis, et de manière à laisser entre les plants un espace d'un mètre environ. L'arbrisseau fleurit au printemps, et porte des graines au mois de décembre. Sa hauteur varie alors entre 1^{m},50 et 2^{m},50. On attend en général trois ans avant de commencer à l'effeuiller. La cueillette se fait alors à la main; les feuilles sont enlevées, en ayant soin toutefois d'en conserver quelques-unes sur chaque branche. Cette manière d'opérer présente l'avantage de ne pas arrêter la végétation, les organes foliacés se reproduisent rapidement, et l'on peut alors faire deux ou trois récoltes par an.

La première récolte a lieu vers le 15 avril; à cette époque les bourgeons sont recouverts d'un duvet cotonneux. Elle est très peu abondante, mais le thé qui en provient est très estimé; on lui donne le nom de thé *show-chun*.

La seconde récolte, qui s'opère au mois de juin, donne un thé moins délicat, désigné sous le nom de thé *urh-chun*, ou de seconde origine.

Enfin, la troisième récolte se fait en juillet; les feuilles, dont la couleur s'est foncée, dont l'épaisseur s'est accrue, fournissent le thé *san-chun*, ou de troisième origine, thé grossier et fort peu estimé.

Au Brésil, les feuilles récoltées sont immédiatement introduites dans une chaudière de fer où on les dessèche rapidement à la température de 100°. Il faut les remuer constamment pendant cette dessiccation, afin d'éviter qu'elles ne s'attachent aux parois de la chaudière et ne se grillent, ce qui donnerait au thé un goût désagréable.

L'opération est prolongée jusqu'à ce que les feuilles, qui se ramollissent, aient acquis la souplesse du linge. On les place alors sur une espèce de claie, où on les comprime de manière à en faire sortir un suc âcre et amer. Elles sont ensuite reportées à la chaudière, et on les chauffe de nouveau pendant une demi-heure, en les agitant avec les mains, pour détacher le duvet cotonneux qui les recouvre; pendant cette opération, les feuilles se crispent, se roulent sur elles-mêmes, et prennent alors l'aspect du thé du commerce.

Digitized by Google

On sépare, à l'aide d'un crible, celles qui sont le mieux enroulées, puis on les soumet à un nouveau grillage, qui leur donne une teinte d'un gris plombé. Le produit est vendu sous le nom de thé *impérial* ou thé *uchin* de première qualité. Les feuilles restées sur le crible sont mises à leur tour dans la chaudière, et subissent le même traitement que les précédentes ; elles fournissent le thé *hyson* commun. Enfin, les débris de feuilles, les résidus des vannages que l'on fait subir au thé impérial et au thé hyson, forment le *thé de famille*, que l'on consomme sur les lieux mêmes.

Ordinairement, après avoir subi le traitement qui vient d'être décrit, le thé présente une saveur désagréable ; mais son goût se modifie peu à peu, et il finit par acquérir la délicatesse qu'on lui connaît. Pour ajouter encore à la saveur aromatique du thé, les Chinois ont l'habitude de le laisser longtemps en contact avec des plantes odoriférantes, qui lui communiquent leur parfum. (M. Guillemin.)

On retire du thé une base cristallisable qui a été nommée *théine* ou *caféine*, parce qu'elle se trouve également dans le café.

100 parties de thé hyson renferment 2,6 à 3,4 parties de caféine. (M. Payen.)

Nous donnons ici la composition des feuilles de thé desséchées :

	Thé vert.	Thé noir.
Essence	0,79	0,60
Chlorophylle, matière verte	2,22	1,84
Cire	0,28	»
Résine	2,22	3,64
Gomme	8,56	7,28
Tannin	17,80	12,88
Théine (ou caféine)	0,43	0,46
Matière extractive	22,80	21,36
Substance colorante particulière	23,60	19,12
Albumine	3,00	2,80
Fibres (cellulose)	17,08	23,32
Cendres (matières minérales)	5,56	5,24

(M. Mulder.)

L'essence de thé est aromatique. Son odeur est forte ; elle cause le vertige.

L'eau enlève environ 30 à 40 pour 100 de substances solubles au thé.

Le thé, soumis à l'incinération, laisse environ 5 pour 100 de cendres, comme le montrent les analyses suivantes :

Digitized by Google

Cendres laissées par le thé de la Chine.		Cendres laissées par le thé du Japon.
Chlorure de potassium, carbonate, sulfate et phosph. de potasse.	2,84	3,40
Carbonates de chaux et de magnésie, sulfate et phosph. de chaux, phosphate de fer . .	1,72	1,64
Silice	0,68	0,32
	5,24	5,36

(M. MULDER.)

CRUCIFÈRES.

BRASSICA (*Choux*).

Le choux contient en centièmes :

Eau	92,3
Matières sèches consistant en résine, matière extractive, gomme, albumine, chlorophylle, acide acétique, sulfate et azotate de potasse, chlorure de potassium, malate et phosphate de chaux, phosphates de magnésie, de fer et de manganèse	7,7
	100,0

(M. GIRARDIN.)

100 parties de feuilles de choux laissent à l'incinération 1,595 parties de cendres composées de :

Potasse	0,288
Soude.	0,015
Chaux.	0,728
Magnésie.	0,070
Alumine	0,001
Oxyde de fer et une petite quantité de phosphate de chaux	0,006
Silice.	0,075
Acide phosphorique	0,157
Acide sulfurique.	0,234
Chlore.	0,021
	1,595

Digitized by Google

ISATIS TINCTORIA (*Pastel*).

Les feuilles de cette plante ont pendant quelque temps fourni l'indigo employé en France dans les arts. Elles en renferment environ 1,5 pour 100.

L'*Isatis tinctoria* végète facilement dans le midi de l'Europe, où on le cultive en grand. Cette plante supporte sans inconvénient le froid de l'hiver, et peut servir de fourrage pour les bestiaux. On la sème au mois de mars, et l'on opère la récolte au moment où les feuilles s'affaissent, en prenant une teinte bleuâtre sur leurs bords.

Voici par quelle méthode on en extrait l'indigo.

Les feuilles recueillies sont réduites en pâte sous des meules, et placées ensuite en tas sous des hangars, où elles entrent en fermentation. Il faut avoir le soin de boucher les fentes qui se font aux tas, et d'entretenir constamment l'humidité de la masse en l'arrosant avec de l'urine mêlée au liquide noir qui s'écoule des tas en fermentation. Au bout de deux mois environ, on broie la matière pour lui donner plus d'homogénéité, puis on la moule en forme de cylindres de 6 centimètres de diamètre, et de 25 centimètres de hauteur.

Les cylindres de pastel ainsi préparés sont désignés dans le commerce sous le nom de *coques*. Ils servent à obtenir les cuves de pastel employées en teinture (voy. t. V, p. 575). Un hectare de terre, planté en isatis tinctoria, produit en moyenne 40 kilogrammes d'indigo, quantité inférieure à celle que donne dans l'Inde une même surface de terrain. En outre, le prix de l'indigo européen est environ le double de celui de l'indigo recueilli dans l'Inde.

La culture du pastel n'est donc pas très avantageuse.

OMBELLIFÈRES.

CONIUM MACULATUM (*Ciguë*).

La ciguë présente des feuilles vertes, profondément dentées, et qui répandent, par la pression, une odeur vireuse et herbacée.

Ces feuilles renferment, comme les autres parties de la plante, une base organique vénéneuse, la *conine*, que nous avons étudiée tome IV, page 417.

Le suc retiré des feuilles fraîches de ciguë offre la composition suivante :

Digitized by Google

Résine	0,15
Matière extractive	2,73
Gomme	3,52
Albumine	0,30
Fécule	0,80
Acide acétique, chlorure de potassium, sulfate et azotate de potasse, malate et sulfate de chaux, phosphates de magnésie, de fer et de manganèse	92,50
	100,00

(M. SCHRADER.)

LÉGUMINEUSES.

INDIGOFERA (*Indigotier*).

Les plantes du genre *Indigofera*, telles que l'*Indigofera anil*, l'*Indigofera argentea*, etc., donnent, par la fermentation, une substance bleue nommée *indigo*, que l'on emploie en teinture.

Les propriétés de l'indigo ont été étudiées tome V, page 497; nous nous occuperons ici de la préparation de cette matière colorante, et des moyens que l'on peut employer pour découvrir les falsifications qu'elle subit parfois dans le commerce.

Les indigofères se rencontrent dans les terrains légers et humides. Ils exigent une température supérieure en moyenne à 23°, et donnent d'autant plus de principes colorants, que l'année a été plus chaude.

En Amérique la plante est propagée par semis en ligne, dans un sol susceptible d'être irrigué. Chaque plant doit être écarté de 65 centimètres environ de ceux qui l'entourent, afin qu'il puisse prendre un développement convenable. La graine lève ordinairement au bout de huit jours. On sarcle pendant le premier mois, pour assurer aux plantes une végétation vigoureuse. Le temps nécessaire au développement des feuilles varie avec le climat; toutefois la première coupe a toujours lieu avant le troisième mois de végétation. L'aspect des feuilles guide le planteur : il sait que l'indigo de qualité supérieure provient des feuilles brillantes et recouvertes d'un duvet blanc, qui leur donne un reflet argenté, sous certaines inflexions.

La seconde coupe s'opère quarante-cinq jours après la première; et l'on fait ainsi plusieurs récoltes successives, jusqu'à ce que la plante commence à dégénérer. Un indigofère végète en général dix ans. Mais comme la proportion d'indigo qu'il fournit diminue à chaque récolte, on a l'habitude, dans l'Inde, de retourner la plante tous les ans. Cette coutume avantageuse dans les pays chauds présenterait des inconvénients dans tout autre climat, où la matière colorante ne se produit pas complétement dans l'espace d'une année.

Digitized by Google

Les produits obtenus sont aussitôt portés aux *tanques*, espèce de cuves de maçonnerie disposées en gradins, où doit s'opérer le traitement qui met l'indigo en liberté. La cuve supérieure, nommée *trempoir*, est remplie d'eau ; on y jette la récolte que l'on recouvre de planches pour l'empêcher de surnager. La fermentation ne tarde pas à se manifester ; elle dure environ dix-huit heures ; pendant ce temps, la liqueur verdit, acquiert une odeur fétide et laisse dégager un grand nombre de bulles de gaz. Tout le soin du fabricant doit se porter sur cette fermentation, de laquelle dépend la bonne qualité des produits ; car si la fermentation n'est pas suffisamment prolongée, il reste de l'indigo dans les feuilles ; si, au contraire, elle a été maintenue trop longtemps, une partie de la matière colorante se détruit. Il faut donc de temps en temps essayer la liqueur en en agitant une petite quantité au contact de l'air, afin de précipiter l'indigo, et de juger ainsi de la teinte qu'il présente. Lorsque la coloration est convenable, on fait écouler le liquide dans les vases inférieurs nommés *batteries*, et on l'agite rapidement au contact de l'air. Enfin, au moment où l'indigo se précipite, un robinet convenablement disposé fait écouler à la fois la liqueur et le précipité dans le dernier vase (*reposoir*), où la précipitation s'achève.

Au bout de vingt heures environ, on sépare le précipité d'indigo et on le place sur une toile où il s'égoutte librement ; puis, dès qu'il a pris la consistance d'une pâte, on le divise en pains rectangulaires, qui sont mis à sécher à l'ombre sous des hangars.

Lorsque la culture est bien conduite, on peut obtenir annuellement un produit de 127 kilogrammes par hectare de terre.

Sur la côte de Coromandel, la culture de l'indigo a lieu dans les terres sablonneuses, sur lesquelles la végétation n'est possible qu'à la saison des pluies. On obtient des plantes fort petites et dont le rendement est très faible. Voici comment s'opère la récolte. La plante est coupée à un décimètre du sol, et battue avec des gaules. Les feuilles qui se détachent sont placées au soleil pour en achever la dessiccation, puis introduites dans un vase où on les laisse infuser pendant trois heures environ. L'infusion est ensuite filtrée, agitée au contact de l'air et additionnée d'un lait de chaux éteinte. Il se précipite alors une espèce de pâte bleue formée d'indigo et de chaux. Cette pâte est lavée à l'eau bouillante, mise à égoutter sur des linges de toile et placée entre les plateaux d'une presse, afin d'en faire sortir la plus grande partie de l'eau qui l'imbibe. Le résidu est ensuite découpé en pains cubiques, qu'on livre au commerce. Les pains d'indigo Caromandel pèsent en général 90 grammes.

Un hectare de terrain, sur les côtes de Caromandel, produit annuellement 53 kilogrammes d'indigo.

Tels sont en Amérique et dans l'Inde les procédés de fabrication de l'indigo.

Digitized by Google

Dans le commerce, on distingue les indigos par le nom des pays dont ils proviennent. Ainsi, l'on dit *indigo de Bengale*, *indigo de Manille*, *indigo de Madras*, *de Coromandel*, *de Bombay*, *de Brésil*, *de la Caroline*, *de Guatemala*, *de l'île de France*, *du Sénégal*, *d'Égypte*, *indigo caraque*, etc... Chacune de ces sortes d'indigos présente des variétés auxquelles on a donné des noms qui rappellent quelques-unes de leurs qualités. Nous citerons ici les noms des variétés des indigos Bengale, Java et Guatemala, qui se rencontrent le plus fréquemment dans le commerce. Ce sont :

L'indigo *surfin bleu* ou *bleu flottant*,
L'indigo *surfin violet*,
L'indigo *fin violet*,
L'indigo *fin violet pourpre*,
L'indigo *bon violet*,
L'indigo *fin et bon rouge*,
L'indigo *fin cuivré*,
L'indigo *cuivré ordinaire bon*.

Les variétés du caraque et du Guatemala sont désignées par les noms suivants :

Indigo *bleu flor*,
Indigo *sobre supérieur*,
Indigo *sobre bon*,
Indigo *ordinaire*,
Indigo *corte supérieur*,
Indigo *corte bon*,
Indigo *corte ordinaire*.

Mais ce ne sont pas là les seuls noms donnés aux indigos du commerce; on les distingue aussi par des dénominations indiquant leur aspect, leur pureté, leur préparation, etc... Tels sont, par exemple, l'*indigo sablé*, l'*indigo rubané*, l'*indigo piqueté*, etc.

L'indigo Bengale se rencontre ordinairement sous la forme de cubes appelés *pierres* ou *carreaux;* ces carreaux happent à la langue, sont légers, présentent une cassure nette et une teinte cuivreuse quand on les frotte.

L'indigo Coromandel se rapproche beaucoup du précédent par son aspect; mais il lui est inférieur en qualité. Ses carreaux, ordinairement recouverts d'une légère couche verdâtre, présentent des arêtes arrondies et une cassure parfaitement nette.

L'indigo Madras est supérieur à l'indigo Coromandel; ses carreaux offrent une légère teinte rose et une cassure grumeleuse.

L'indigo Manille, moins estimé que le précédent, est en petits carreaux conservant l'empreinte des nattes de jonc sur lesquelles on les a séchés.

L'indigo Brésil a la forme de parallélipipèdes rectangulaires. Il est

Digitized by Google

recouvert d'une poudre d'un gris verdâtre, sa cassure est parfaitement nette et possède un éclat cuivré.

L'indigo Caroline est toujours en petits cubes de couleur grise.

L'indigo Java présente la forme de parallélipipèdes rectangulaires. Il se rapproche beaucoup de l'indigo Bengale, mais il est moins estimé.

Les indigos caraque et Guatemala se rencontrent ordinairement en petits morceaux ou *grabaux*, parce qu'ils sont extrêmement friables. On ne peut les distinguer l'un de l'autre que par la différence de leur texture : l'indigo Guatemala est assez compacte, tandis que l'indigo caraque est spongieux, et présente, jusqu'à un certain point, l'aspect du pain.

(M. Persoz.)

D'après Berzelius, on trouve dans l'indigo, outre l'indigotine, une matière particulière, qu'il a nommée *gluten d'indigo*, une substance brune ou *brun d'indigo*, une matière rouge, dite *rouge d'indigo* ou *résine rouge d'indigo*.

Voici la composition de quelques-uns de ces indigos :

Indigo bleu flottant.

Eau	5,7
Gluten ou matière azotée	1,5
Brun d'indigo	4,6
Résine rouge	7,2
Matières minérales	19,6
Indigotine	61,4
	100,0

(MM. Girardin et Presser.)

Indigo Guatemala desséché.

Ammoniaque, matière verte, extractif, gomme	12
Résine rouge	36
Carbonate de chaux	2
Oxyde de fer et alumine	2
Silice	3
Indigotine	45
	100

(M. Chevreul.)

Indigo du commerce ordinaire.

Indigotine	47
Gomme	12
Résine	6
Terre	22
	100

(Bergmann.)

Digitized by Google

Quelle que soit leur provenance, les indigos ne renferment jamais la même proportion de matière colorante; et souvent, dans une même caisse, la richesse en indigo des carreaux varie entre 15 et 30 pour 100.

Les causes de cette différence sont dues : 1° A certains accidents de fabrication : ainsi une fermentation trop brusque ou trop lente amène l'indigo à un tel état de déshydrogénation, qu'il perd la propriété de teindre les tissus. 2° A une addition frauduleuse de substances étrangères dans l'indigo.

Un bon indigo du commerce renferme de l'eau, des matières salines ou terreuses en quantité variable, des substances organiques telles que de la fécule, de la résine, du gluten, du brun et du rouge d'indigo, enfin de l'indigotine pure.

La proportion d'eau que contient un indigo de bonne qualité ne doit pas dépasser 3 à 6 pour 100. On l'évalue par la perte de poids que subit l'indigo dans une étuve chauffée à 100°.

Les matières salines ou terreuses proviennent, soit de la plante elle-même, soit des eaux employées pendant la fermentation, soit enfin d'une addition frauduleuse.

Il existe plusieurs méthodes pour découvrir la nature et la quantité de ces substances.

1° On traite l'indigo en poudre par l'acide chlorhydrique étendu et bouillant : si l'indigo renferme du carbonate de chaux, ce qui a souvent lieu, il se dégage de l'acide carbonique. On filtre la liqueur et on l'évapore à siccité. Le poids du résidu représente la quantité de matières inorganiques contenues dans l'indigo à essayer. Ce résidu est traité par l'eau légèrement aiguisée d'acide chlorhydrique; la liqueur est filtrée et additionnée d'ammoniaque, qui doit précipiter l'alumine à l'état de flocons gélatineux, solubles dans la potasse. L'alumine étant séparée par filtration, on ajoute dans la liqueur de l'oxalate d'ammoniaque, qui précipite la chaux à l'état d'oxalate, insoluble dans l'acide acétique.

Si la chaux se trouvait à l'état de sulfate, le chlorure de baryum donnerait dans la même liqueur un précipité de sulfate de baryte, insoluble dans l'acide azotique.

2° L'indigo est soumis à l'incinération; il laisse des cendres qu'on analyse par les procédés ordinaires. En général, 100 parties d'indigo de bonne qualité et bien desséché ne laissent que 7 parties de cendres. Pendant cette calcination, les indigos purs entrent en fusion, en répandant de belles vapeurs pourpres, tandis que les indigos impurs brûlent sans se fondre.

Pour constater la présence de la fécule introduite frauduleusement dans l'indigo, il faut le traiter par l'acide sulfurique faible et déterminer ensuite la fermentation du moût qui s'est produit. La quantité d'alcool

Digitized by Google

que l'on obtient, indique la proportion de fécule que contenait l'indigo.

La présence de la résine se reconnaît en traitant l'indigo par l'alcool bouillant, qui dissout la matière résineuse. La proportion de résine contenue normalement dans l'indigo est trop faible pour qu'on en tienne compte dans cette opération.

On constate les additions de campêche en formant une pâte avec l'indigo et une dissolution d'acide oxalique; un papier blanc, appliqué sur cette pâte, se colore en rouge si elle renferme du campêche.

Le bleu de Prusse se reconnaît en traitant l'indigo par une dissolution bouillante de potasse. La liqueur filtrée, étant saturée par un léger excès d'acide, et additionnée d'un sel de peroxyde de fer, donne un précipité de bleu de Prusse.

L'indigo est quelquefois falsifié avec de l'amidon. Cet indigo impur est pâle, et forme une espèce de colle avec l'eau dans laquelle on le délaie.

La présence du sous-oxyde de plomb dans l'indigo est facile à constater. Il suffit de calciner cet indigo : il laisse des cendres contenant du plomb métallique.

Parfois aussi on mélange l'indigo avec de l'iodure d'amidon. Ce dernier corps se reconnaît en traitant l'indigo par la potasse caustique : il se forme de l'iodure de potassium, qui précipite en jaune les sels de plomb, et en rouge les sels de mercure au maximum.

Les matières organiques inhérentes à l'indigo sont, comme on l'a vu :

1° Une *résine rouge*, insoluble dans l'eau, les acides et les alcalis étendus, soluble dans l'alcool, l'éther, l'esprit de bois, l'acétone, l'acide sulfurique concentré et l'acide nitrique fumant; la dissolution de cette résine dans ces deux derniers acides est d'une belle couleur rouge.

La résine que contient l'indigo est volatile : elle se sublime en partie en beaux cristaux incolores. (M. Chevreul.)

2° Du *gluten*, que l'on peut isoler en traitant l'indigo par l'acide sulfurique et en saturant ensuite la dissolution par du carbonate de chaux. Il se produit du sulfate de chaux peu soluble, tandis que la liqueur retient le gluten. (Berzelius.)

3° Une matière colorante brune, nommée *brun d'indigo*, qu'il est facile d'obtenir en traitant, par une dissolution concentrée de potasse, l'indigo déjà épuisé par les acides. La liqueur laisse précipiter le brun d'indigo quand on y verse un léger excès d'acide.

En résumé, lorsqu'on épuise les indigos du commerce par l'eau, l'alcool, et l'acide chlorhydrique, on peut en extraire un produit ammoniacal odorant (gluten de Berzelius), une combinaison de deux substances jaunes, une résine rouge, un principe odorant particulier, des

Digitized by Google

phosphates de chaux et de magnésie, du sulfate de potasse et du chlorure de potassium, des acétates de potasse, de chaux, de magnésie et de fer; de l'indigotine pure.

Comme cette dernière substance est la seule, parmi celles que nous venons de citer, qui jouisse du pouvoir tinctorial, il est important de la doser avec exactitude. Voici comment on peut y parvenir :

Première méthode. — On traite successivement l'indigo par l'eau, l'acide chlorhydrique et la potasse. Le résidu lavé, desséché et pesé, représente à la fois la matière colorante et les substances minérales insolubles dans les réactifs employés. On incinère ce résidu; il laisse des cendres dont le poids fait connaître par différence celui de l'indigotine pure.

Deuxième méthode. — 30 grammes d'indigo desséché et réduit en poudre, sont introduits avec 60 grammes de sulfate de protoxyde de fer, dans un vase de fonte contenant 5 litres d'eau. Ce mélange est maintenu en ébullition pendant quelques minutes, puis additionné peu à peu, et en remuant continuellement la masse avec une spatule de fer, de 120 à 150 grammes de chaux hydratée. L'indigo absorbe de l'hydrogène et entre en dissolution. Dès que la surface du bain s'est recouverte d'une pellicule irisée, on retire le vase du feu, et après avoir laissé déposer les matières insolubles, on décante la liqueur dans un vase de grès. Le dépôt est traité de nouveau à l'ébullition par 4 litres d'eau; la liqueur obtenue est décantée comme la première fois; enfin on fait agir sur le dépôt provenant de cette nouvelle décantation 30 grammes de sulfate de protoxyde de fer et 60 grammes de chaux. L'opération est alors continuée comme il a été dit précédemment, et répétée jusqu'à ce que la liqueur ne se colore plus en bleu au contact de l'air, en présence des acides. Les eaux provenant des diverses décantations sont saturées par l'acide chlorhydrique, qui précipite l'indigotine. Cette substance est recueillie, lavée et pesée après dessiccation. (Pungh.)

Ce procédé est long et souvent inexact: d'abord, parce que l'indigo forme avec la chaux deux combinaisons, l'une soluble et l'autre insoluble dans l'eau; et, en outre, parce qu'il est difficile de faire passer à l'état soluble la totalité de l'indigo soumis à l'expérience. Pour diminuer le nombre des lavages, on peut placer l'indigo porphyrisé dans un flacon à l'émeri, que l'on remplit d'eau. Le flacon étant ensuite porté à la température de 90° environ, on y ajoute successivement de la chaux et du sulfate de protoxyde de fer. L'indigo se dissout. Au bout d'un certain temps, on laisse reposer la liqueur, puis, au moyen d'un siphon, on en décante la partie claire dans un vase gradué. Cette liqueur est saturée par l'acide chlorhydrique, qui précipite l'indigo pur. Le précipité, recueilli sur un filtre dont le poids est connu, est lavé, séché et pesé à l'étuve. Si en employant 1 gramme d'indigo et 2 litres d'eau, on a trouvé $0^{gr},6$ d'indigo pur, dans $1^{lit.},5$ de la dissolution décantée, on arrivera à

Digitized by Google

connaître la quantité d'indigotine pure que renfermait le gramme d'indigo soumis à l'essai au moyen de la proportion suivante :

$$1,5 : 2 :: 0,6 : x;$$
$$x = \frac{0^{gr},6 \times 2}{1,5} = 0^{gr},8.$$

Souvent la richesse d'un indigo est déterminée par une opération de teinture faite en petit, par un procédé analogue à celui que nous avons indiqué en parlant de la garance. (M. PERSOZ.)

Les procédés le plus généralement employés sont fondés sur la propriété que présente l'indigo de se dissoudre dans l'acide sulfurique concentré. L'indigo, réduit en poudre et préalablement desséché, est traité par un grand excès de cet acide. L'excès d'acide favorise la dissolution de l'indigo, et empêche la formation de l'acide sulfopurpurique, qui est insoluble ; la dissolution peut s'effectuer, soit en exposant le mélange à la température de 40° à 50°, pendant quelques heures, soit à la température de 20° à 25°, pendant un jour.

Nous exposerons trois des méthodes employées pour apprécier la richesse des indigos.

Première méthode. — On dissout 1 gramme d'indigo pur dans 6gr,12 d'acide sulfurique concentré, et l'on étend la liqueur de façon à l'amener au volume de 2 litres. 20 centimètres cubes de cette dissolution contiennent donc 0gr,01 d'indigo pur. Chaque indigo à essayer est traité de la même manière. On teint alors divers écheveaux de laine, pesant 1 gramme, en les plongeant dans 20 centimètres cubes des différentes liqueurs : l'immersion doit avoir la même durée dans tous les essais. La richesse relative des indigos s'évalue en comparant la couleur et le ton des écheveaux.

On a constaté que, dans les conditions précédentes, 0gr,01 d'indigotine peut teindre successivement, par une immersion de vingt-quatre heures, et en rapportant les nuances à une gamme composée de 28 tons à partir du blanc :

1 gramme de laine	au ton de	18	
1	—	—	7,5
1	—	—	1

Ou bien :

1 gramme de soie	au ton de	16	
1	—	—	9
1	—	—	5

(M. CHEVREUL.)

Digitized by Google

Deuxième méthode. — 1 gramme d'indigo est dissous, à la température de 40°, dans 20 grammes d'acide sulfurique ; on ajoute assez d'eau dans la dissolution pour former environ trois litres de liqueur, et après avoir filtré sur du verre pilé, on examine cette liqueur au colorimètre.

Troisième méthode. — La quantité de matière colorante que renferme l'indigo du commerce peut être déterminée au moyen d'une dissolution titrée d'hypochlorite de chaux. Ce procédé de dosage n'est pas toujours d'une exactitude parfaite, parce que l'acide sulfurique employé pour dissoudre l'indigo renferme souvent de l'acide sulfureux, qui se produit par l'action de l'acide sulfurique sur les substances étrangères qui accompagnent l'indigo. Une portion de l'hypochlorite est alors employée pour oxyder cet acide sulfureux, et l'on obtient un titre trop élevé pour l'indigo à essayer.

Pour éviter de titrer la dissolution d'hypochlorite de chaux au moment du dosage, on peut opérer comparativement sur l'indigo à essayer, et sur de l'indigo pur. Dans ce but, on dissout séparément, à la température de 50°, 1 gramme des deux indigos dans 12 grammes d'acide sulfurique de Nordhausen. Les deux liqueurs sont additionnées de la quantité d'eau nécessaire pour former 1 litre. On prend alors un volume constant, 5 centimètres cubes par exemple, d'hypochlorite de chaux, et l'on détermine exactement la quantité de dissolution d'indigo que ces 5 centimètres cubes de liquide décolorent. Il est bien évident que la richesse de l'indigo est en raison inverse de la quantité de dissolution colorée qui aura été détruite par l'hypochlorite de chaux. L'opération doit être conduite de la manière suivante : On verse, à l'aide d'une pipette, 2$^{c.c.}$,5 d'une dissolution d'hypochlorite de chaux à 1°, dans un vase où se trouvent 50 centimètres cubes de la dissolution sulfurique de l'indigo à essayer. Si la teinte du liquide passe au jaune, il y a excès d'hypochlorite ; si, au contraire, l'indigo est en excès, la liqueur reste bleue. On y verse alors une ou plusieurs pipettes d'hypochlorite de chaux, jusqu'à ce qu'elle jaunisse ; puis, afin de savoir quelle est la proportion excédante d'hypochlorite, on ajoute peu à peu de la dissolution sulfurique d'indigo dans cette liqueur, de manière à ramener la teinte du jaune au verdâtre, coloration que prend toujours le mélange quand l'indigo est en léger excès. Supposons que la seconde pipette d'hypochlorite ait produit la teinte jaune, et que, pour ramener à la teinte verdâtre il ait fallu 46 centimètres cubes de dissolution d'indigo ; les deux pipettes d'hypochlorite ont donc décoloré 96 centimètres cubes de dissolution d'indigo, et, par suite, une pipette d'hypochlorite en a décoloré 48 centimètres cubes. On devra vérifier ce dosage en introduisant dans un vase 48 centimètres cubes de la dissolution d'indigo, et en y versant, en une seule fois, une pipette d'hypochlorite de chaux qui devra, si le dosage a été bien fait, amener la liqueur à une teinte verdâtre telle,

Digitized by Google

qu'une goutte d'hypochlorite la jaunisse, ou qu'une goutte de dissolution d'indigo la fasse passer au bleuâtre. Dans le cas où ces conditions ne sont pas remplies, il faut recommencer l'opération.

Lorsqu'on est certain de ce dosage, il est facile à l'aide d'une simple proportion d'arriver à connaître le titre de l'indigo. Admettons, par exemple, que par l'essai comparatif de l'indigo pur et de l'indigo du commerce, on ait trouvé que les $2^{c.c.},5$ décolorent :

48 centimètres cubes de la dissolution sulfurique normale d'indigo,
57 centimètres cubes d'une dissolution sulfurique d'indigo du commerce,

On aura la richesse de ce dernier indigo par la proportion :

$$57 : 48 :: 100 : x;$$

$$x = \frac{48 \times 100}{57} = 84,21 \text{ pour } 100.$$

L'indigo à essayer renfermait donc 84,21 pour 100 d'indigotine pure.

(M. Schlumberger.)

C'est par ce procédé que l'on a déterminé la richesse des indigos dont le tableau suivant présente la liste :

Digitized by Google

Tableau de la richesse de plusieurs variétés d'indigos du commerce, par M. Schlumberger.

DÉSIGNATION de l'espèce et de la qualité des indigos.		QUANTITÉ d'indigotine pour 100 parties d'indigo.
Indigo de Java, beau violet		71
— fin violet		88
— fin violet		78
— surfin violet		85
— surfin violet		84
— pourpre		89
— surfin violet		81
— beau violet		71
— pourpre		89
— surfin pourpre		96
— surfin violet		74
— surfin pourpre		84
— beau bleu	Renfermés dans une même caisse; non assortis.	88
— bleu violet		85
— bleu violâtre		84
— bleu violet foncé		77
— bleu violet terne		72
— bleu noir		64
— beau bleu	Renfermés dans une même caisse.	73
— fin violet pourpre		
— bleu noir		63
		56
Indigo de Bengale, fin violet		85
— fin violet		78
— fin violet		82
— fin violet		79
— surfin violet		82
— fin violet		74
— fin violet		70
— surfin violet		80
— fin violet		83
— surfin violet		78
— surfin pourpre		95
— fin violet rouge		75
— bas cuivré (très dur)		45
— violet		66

DÉSIGNATION de l'espèce et de la qualité des indigos.		QUANTITÉ d'indigotine pour 100 parties d'indigo.
Indigo de Bengale, fin violet pourpre		73
Indigo caraque		81
— caraque		70
— caraque		59
— caraque		75
— caraque		66
— caraque		56
Indigo Guatemala flor		55
Indigo de Kurpat		74
— de Kurpat		78
— bleu	Renfermés dans une même caisse.	68
— bleu violâtre		54
— bleu violâtre	Idem.	64
— bleu foncé		64
— bleu violet	Idem.	63
— bleu violet foncé		60
Indigo de Madras		58
— de Madras		42
— de Madras		32
Indigo de Manille, bleu	Renfermés dans une même caisse.	50
— bleu foncé		42
— bleu ordinaire	Idem.	42
— bleu tr. foncé		40
Indigo de Bombay, bleu clair	Idem.	35
— bleu terne		31
— taché (tr. sale)		29
— brun noir		27
Indigo des Philippines		43
Indigo du polygonum tinctorium		43
— du polygonum tinctorium		34
— du polygonum tinctorium		28
— du polygonum tinctorium		14

LÉGUMINEUSES.

TRIFOLIUM (*Trèfle*).

Le trèfle est une des plantes améliorantes les plus fréquemment employées en agriculture. On se rappelle qu'elle tire de l'atmosphère la

Digitized by Google

plus grande partie de ses éléments. Toutefois, pour que sa végétation soit vigoureuse, il est indispensable que le sol renferme des substances organiques azotées.

Les feuilles de trèfle présentent la composition suivante :

Eau	75
Albumine	25
Résine	
Acide malique libre	
Acétate de potasse	
Matière azotée	
Extractif très amer	
Gomme brune	
Fécule	
	100

(TROMMSDORF.)

CASSIA SENA (*Séné*).

Cette plante fournit des feuilles dont la décoction aqueuse ou la poudre sont employées en médecine comme purgatifs. Les feuilles du *séné de la palte*, qui provient d'Égypte, sont lancéolées, d'un vert pâle, d'une odeur désagréable et d'une saveur âcre et amère. Elles ont donné à l'analyse les principes suivants :

Chlorophylle,
Huile grasse,
Essence,
Albumine,
Matière particulière (*cathartine*),
Matière colorante jaune,
Acide malique,
Malates et tartrate de chaux,
Acétate de potasse,
Sels inorganiques.

Le principe amer et actif du séné a reçu le nom de *cathartine ;* ses propriétés ont été décrites (tome IV, p. 641).

Pour obtenir ce principe, il faut évaporer à sec un extrait alcoolique de feuilles de séné, reprendre le résidu par l'eau, et ajouter de l'acétate de plomb dans la liqueur. Il se forme un précipité blanc, qu'on enlève par filtration ; la liqueur claire est ensuite traitée par l'hydrogène sulfuré qui précipite l'excès de plomb à l'état de sulfure. On filtre, puis on concentre : la cathartine cristallise au bout de peu de temps.

(MM. LASSAIGNE et FENEULLE.)

Digitized by Google

ÉRICINÉES.

ARBUTUS URVA URSI (*Busserole*).

Les feuilles de busserolle contiennent d'après l'analyse :

Acide gallique	1,200
Tannin	36,400
Résine	4,400
Matière extractive, malate et citrate de chaux, chlorure de calcium	24,774
Gomme	15,700
Ligneux	9,600
Eau	6,000
	98,074

(MEISSNER.)

M. Kawallier a pu extraire des feuilles de busserole un principe amer cristallisable, auquel il a donné le nom d'*arbutine*. Les propriétés de l'arbutine ont été décrites (tome IV, p. 638).

RHODODENDRON.

On a trouvé dans les feuilles desséchées de cette plante :

Chlorophylle résineuse	6,5
Matière amère soluble dans l'alcool	37,6
Matière brune insoluble dans l'alcool	13,9
Matière extraite par la potasse	22,4
Fibre ligneuse	18,7
Perte	0,9
	100,0

(M. STOLZE.)

SCROFULARINÉES.

SALVIA OFFICINALIS (*Sauge*).

Les feuilles de sauge renferment une essence dont voici les propriétés :

Cette essence est soluble dans l'alcool, et d'une densité égale à 0,864. Elle est formée par le mélange d'un hydrocarbure avec une huile probablement oxygénée.

L'acide azotique la convertit, à l'ébullition, en une matière cristalline

Digitized by Google

analogue au camphre des Laurinées, et qui a pour formule $C^{20}H^{16}O^{2}$. (M. Rochleder.)

DIGITALIS PURPUREA (*Digitale*).

La digitale pourprée présente des feuilles ovales, velues, d'une odeur herbacée, et qui renferment :

Digitaline	8,6
Chlorophylle	6,0
Matières extractives	14,7
Albumine	9,0
Acide acétique	11,0
Oxyde de fer	3,7
Potasse	3,2
Fibre ligneuse	43,5
	99,7

(M. Radig.)

On emploie ces feuilles en médecine. Le principe actif qu'elles contiennent a été nommé *digitaline*. Ses propriétés ont été décrites (tome IV, p. 642). Pour l'obtenir, il faut épuiser par l'alcool les feuilles pulvérisées de la digitale, et concentrer l'extrait par évaporation. Le résidu sirupeux est traité par l'acide chlorhydrique et décoloré par le noir animal; il contient alors la digitaline à l'état d'acétate. On précipite cette base par le tannin ; le tannate de digitaline est ensuite décomposé par l'oxyde de plomb, qui met la digitaline en liberté. Il suffit alors de décolorer cette base par le noir animal et de la faire cristalliser dans l'éther.

M. Morin a extrait des feuilles de digitale un acide solide et cristallisable, l'*acide digitalique*, dont les propriétés ont été indiquées tome IV, p. 347.

On trouve en outre dans les feuilles de digitale un acide gras nommé *acide digitaléique*. (M. Kosmann.)

SOLANÉES.

ATROPA BELLADONA (*Belladone*).

Les feuilles de belladone sont ovales et velues. Elles renferment :

Cire	0,70
Chlorophylle résinoïde	5,84
Substance azotée (atropine), sels	16,05
A reporter	22,59

Digitized by Google

Report. . .	22,59
Matière azotée.	6,90
Gomme	8,88
Amidon	1,25
Albumine	10,70
Fibre végétale	13,70
Sulfates, azotates, phosphates, acétates et oxalates à base de potasse, de soude, d'ammoniaque, de chaux et de magnésie . . . . . Chlorure de potassium.	7,47
Eau.	25,08
Perte	3,98
	100,00

(BRANDES.)

On emploie en médecine les feuilles de belladone. Le principe actif de cette plante a été nommé *atropine*. Ses propriétés ont été décrites (tome IV, p. 455). Pour obtenir l'atropine, on soumet la belladone fraîche à l'action de la presse : le suc qui s'écoule est chauffé à 80° pour coaguler l'albumine ; on le filtre ensuite, puis on l'agite avec 30 grammes de chloroforme et 4 grammes de potasse caustique. L'atropine impure se dissout dans le chloroforme, qui prend une teinte verte. On chauffe la dissolution dans un appareil distillatoire; le chloroforme passe dans le récipient, tandis que l'atropine reste dans la cornue. Cette substance est reprise par de l'eau aiguisée d'acide sulfurique; on filtre la dissolution, puis on y verse du carbonate de potasse, qui précipite l'atropine. Il suffit alors, pour purifier ce principe amer, de le faire cristalliser à plusieurs reprises dans l'alcool. (M. Rabourdin.)

NICOTIANA TABACUM (*Tabac*).

La culture de cette plante et ses propriétés ont déjà été décrites. Nous donnerons ici la composition de ses feuilles.

Eau.	88,080
Fibre ligneuse.	4,969
Matière extractive faiblement amère.	2,840
Gomme mêlée d'un peu de malate de chaux.	1,140
Substance analogue au gluten	1,048
Résine.	0,261
Albumine végétale	0,260
Nicotine.	0,060
Nicotianine.	0,010
A reporter. . . .	98,668

Digitized by Google

Report. . . .	98,668
Acide malique.	0,510
Malate d'ammoniaque.	0,120
Sulfate de potasse.	0,048
Chlorure de potassium	0,063
Potasse	0,095
Phosphate de chaux.	0,166
Chaux.	0,242
Silice.	0,088
	100,000

(MM. Posselt et Reimann.)

La substance désignée dans cette analyse sous le nom de *nicotine* est un poison violent. Nous avons indiqué tome IV, page 423, les principaux caractères, les modes d'extraction et de dosage de ce principe immédiat.

HYOSCYAMUS NIGER (*Jusquiame noire*).

Les feuilles de cette plante renferment une substance qui présente la plus grande analogie avec celle que contient la belladone. Cette substance a reçu le nom d'*hyoscyamine*. Ses propriétés ont été décrites (tome IV, page 456). Pour l'obtenir, il faut comprimer les feuilles de jusquiame, faire bouillir le suc qui en découle, le filtrer et l'additionner de chaux. Ce suc est filtré de nouveau, mélangé avec du carbonate de potasse, puis traité par l'éther, qui dissout l'hyoscyamine. La dissolution éthérée est évaporée à sec; elle laisse un résidu qu'on reprend par l'eau. L'extrait aqueux est soumis à la filtration, mélangé avec de l'alcool éthérisé, et décoloré enfin par le noir animal. On l'évapore alors dans le vide; il laisse l'hyoscyamine pure pour résidu.

En général, les feuilles de jusquiame donnent peu d'hyoscyamine. Il est préférable, pour obtenir cette substance, d'épuiser la graine de jusquiame par l'alcool aiguisé d'acide sulfurique, d'agiter à plusieurs reprises l'extrait alcoolique avec de la chaux vive, et de séparer enfin l'extrait de la chaux par décantation. On sature alors la liqueur par l'acide sulfurique, on la filtre, puis on la réduit par évaporation au quart de son volume. Le résidu de cette évaporation est additionné d'une certaine quantité d'eau, neutralisé ensuite par le carbonate de potasse et épuisé par l'éther, qui enlève l'hyoscyamine. La dissolution éthérée est alors traitée comme nous l'avons dit plus haut; elle donne ordinairement une quantité notable d'hyoscyamine.

Digitized by Google

COMPOSÉES.

ARTHEMISIA ABSINTHIUM (*Absinthe*).

L'absinthe présente des feuilles dentelées et recouvertes d'un duvet cotonneux. Ces feuilles renferment : une essence dont les propriétés ont été étudiées tome V, page 268 ; une substance amère (absinthine); une autre matière azotée amère; de la chlorophylle; de l'albumine; de la fécule ; de l'azotate, du sulfate, du succinate de potasse ; enfin du chlorure de potassium.

L'absinthine est cristallisable, d'une saveur amère, d'une odeur qui rappelle celle de la plante dont on l'a extraite. Elle est peu soluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool. L'éther, l'ammoniaque, la potasse et l'acide sulfurique la dissolvent en petite quantité : la dissolution sulfurique d'absinthine est d'abord d'un jaune rougeâtre, mais elle prend ensuite une teinte bleue. L'eau en sépare une substance d'un gris verdâtre, et qui ne présente pas d'amertume. L'absinthine se décompose lorsqu'on la chauffe, et répand des vapeurs âcres de couleur rousse.

On obtient l'absinthine en épuisant par l'alcool à 80° les feuilles desséchées de l'absinthe. L'extrait alcoolique est évaporé à consistance sirupeuse, puis agité avec de l'éther qui dissout l'absinthine et une matière résineuse. Pour séparer ces deux corps, on chasse l'éther par évaporation, puis on traite le résidu par l'eau ammoniacale. La résine se dissout, tandis que l'absinthine presque pure reste à l'état insoluble. On achève de la purifier en la lavant avec de l'acide chlorhydrique faible, la dissolvant dans l'alcool, et ajoutant de l'acétate de plomb dans la liqueur, jusqu'à ce qu'elle cesse de se troubler. Cette liqueur, soumise à la filtration, dépose l'absinthine à mesure qu'elle s'évapore.

ACHILLEA MILLEFOLIUM (*Achillée, millefeuille*).

Les feuilles d'achillée, récoltées en septembre, présentent la composition suivante :

Eau.	85,000
Substances solubles dans l'eau.	5,960
Substances solubles dans une lessive alcaline caustique.	2,780
Cire, résine et chlorophylle	0,280
Fibre végétale.	5,980
	100,000

(M. SPRENGEL.)

Digitized by Google

100 parties de ces feuilles, soumises à l'incinération, laissent 1,624 pour 100 de cendres formées de :

Potasse	0,425
Soude	0,152
Chaux	0,303
Magnésie	0,072
Alumine	0,012
Silice avec un peu de charbon	0,398
Oxyde de fer	0,025
Oxyde de manganèse	0,010
Chlore	0,162
Acide sulfurique	0,028
Acide phosphorique	0,043
	1,624

(M. SPRENGEL.)

On trouve dans l'achillée un acide cristallisable, l'*acide achilléique*, dont les principaux caractères ont été indiquées tome IV, page 347.

Pour obtenir l'acide achilléique, on précipite par l'acétate de plomb une infusion d'achillée très concentrée. Le précipité est lavé, mis en suspension dans l'eau, et décomposé par l'acide sulfhydrique. On filtre pour séparer le sulfure de plomb, puis on sursature la liqueur bouillante par le carbonate de potasse. Il se dépose du carbonate de chaux, tandis que l'acide achilléique reste dans la dissolution, à l'état d'achilléate de potasse. On enlève le carbonate de chaux, et après avoir décoloré la liqueur par le charbon animal, on y verse de l'acétate de plomb. L'achilléate de plomb insoluble qui se produit est placé dans l'eau et traité par l'hydrogène sulfuré, qui met l'acide achilléique en liberté. La dissolution de cet acide est filtrée et concentrée au bain-marie jusqu'à ce qu'elle ait une densité égale à 1,015. On l'abandonne alors à elle-même : elle dépose, au bout de plusieurs jours, des cristaux incolores d'acide achilléique.

(M. ZANON.)

Digitized by Google

ÉTUDE DES PRINCIPALES FLEURS.

On donne le nom de *fleur* à cette partie complexe de la plante qui se compose des organes sexuels et des enveloppes florales.

Les fleurs ont été peu étudiées au point de vue de leur composition chimique ; aussi ne rapporterons-nous que les résultats les plus importants et les mieux établis.

IRIDÉES.

CROCUS SATIVUS (*Safran*).

Les stigmates de la fleur de cette plante constituent une matière d'un beau jaune d'or, connue sous le nom de *safran*. Le safran est employé en médecine, en parfumerie et dans quelques préparations culinaires : on ne peut s'en servir en teinture à cause de son peu de solidité. Les stigmates du safran contiennent, outre des huiles fixes et volatiles, de la gomme et de l'albumine, 42 pour 100 de cette matière colorante, la *safranine*, que nous avons déjà étudiée (tome V, p. 544).

Pour préparer le safran du commerce, on détache les stigmates de la fleur lorsqu'elle est épanouie ; on les sèche en les exposant au soleil, ou mieux en les plaçant sur des tamis dont le fond est recouvert de papier, et qui sont suspendus au-dessus du feu. Quand le safran est bien sec, on le ramasse avec soin dans des boîtes hémétiquement fermées. La consommation de ce produit est fort restreinte.

Le safran est souvent falsifié avec la matière colorante du carthame connue sous le nom de *safran bâtard*.

PAPAVÉRACÉES.

PAPAVER RHŒAS (*Coquelicot*).

On a extrait des fleurs de coquelicot l'*acide papavérique* et l'*acide rhéadique* (tome IV, p. 348). Ces fleurs sont employées en médecine comme diaphorétiques ; elles renferment :

Matière colorante rouge	40
Matière grasse jaune	12
Gomme	20
Fibre végétale	28
	100

(M. RIFFARD.)

Digitized by Google

HYPÉRICINÉES.

HYPERICUM PERFORATUM (*Millepertuis*).

Les fleurs de millepertuis contiennent, d'après Buchner, 32 pour 100 d'eau, et 68 pour 100 de principes solides. Ces principes renferment de l'acide pectique, du tannin, et 0,18 d'une résine rouge particulière. Cette résine est insoluble dans l'eau ; elle donne avec l'alcool, l'éther et les huiles des dissolutions rouges. Elle est fusible au-dessous de 100°, et se décompose à une température peu élevée. Elle forme avec les alcalis des combinaisons ordinairement verdâtres, et avec les autres bases et oxydes métalliques, des combinaisons jaunes, solubles dans l'alcool, qu'elles colorent en rouge. (Berzelius.)

MYRTACÉES.

CARYOPHYLLUS AROMATICUS (*Giroflier*).

Les fleurs non développées du giroflier, et nommées alors *clous de girofle*, renferment :

Essence	18
Tannin impur	17
Résine	6
Gomme	13
Fibre végétale	28
Eau	18
	100

(M. TROMMSDORF.)

L'huile volatile, qu'on obtient par la distillation des clous de girofle, est incolore, d'une saveur caustique : elle se colore fortement à l'air et à la lumière. Il existe en outre dans les fleurs du giroflier trois substances particulières nommées *acide eugénique*, *eugénine* et *caryophylline*.

Les propriétés de ces substances ont été décrites tome V, page 267.

ROSACÉES.

ROSA (*Rose*).

Les pétales des roses blanches servent à préparer l'*eau de rose*, qui, naturellement incolore, doit sa coloration à la cochenille qu'on y introduit.

Digitized by Google

Les fleurs de la *rose pâle* (*Rosa canina*) présentent la composition suivante :

Essence de rose (traces)	»
Huile grasse	0,065
Cire	0,050
Résine	1,880
Tannin	0,260
Gomme	25,000
Sucre incristallisable	30,000
Acide citrique	2,950
Acide malique impur	7,760
Fibre végétale	14,000
Épiderme	4,552
Eau, divers sels minéraux et organiques, perte	13,483
	100,000

(M. Biltz.)

Le produit le plus important que l'on extrait des roses, et surtout des roses très odorantes, telles que la *Rosa centifolia*, est l'*essence de rose*. Cette huile volatile est jaune, épaisse, d'une consistance butyreuse à une basse température : son odeur est très forte et désagréable si on la respire en grande quantité. Nous avons vu (tome V, p. 268) que l'essence de rose est un mélange de deux huiles, dont l'une est encore peu connue.

L'essence de rose est souvent falsifiée avec de l'essence de géranium. Cette fraude se constate par les moyens suivants : on traite le mélange par l'acide sulfurique, qui lui fait prendre une odeur désagréable, tandis qu'il n'altère en rien l'odeur suave de l'essence de rose pure ; l'essence à essayer est soumise à l'action des vapeurs de l'iode qui ne la colorent pas si elle est pure, et la brunissent dans le cas contraire.

Lorsqu'il s'agit d'établir une distinction très nette entre l'essence de rose et l'essence de géranium, on peut traiter séparément ces deux essences par les vapeurs nitreuses. La première jaunit, tandis que la seconde verdit. (M. Guibourt.)

COMPOSÉES.

ARTEMISIA SANTONICA (*Santonine*).

Les boutons des fleurs de cette plante constituent le *semen-contra*, employé en médecine comme vermifuge. On a retiré du semen-contra un acide particulier, l'*acide santonique*, dont les propriétés ont été indiquées tome IV, page 348. Pour obtenir cet acide, on mélange le semen-contra avec une petite quantité de chaux caustique, on épuise la masse par l'alcool ordinaire, et après avoir évaporé la liqueur jusqu'à volatilisation

Digitized by Google

complète de l'alcool, on sursature le résidu par l'acide acétique. Le précipité qui se forme est repris par l'alcool bouillant, la dissolution est décolorée par le noir animal : elle laisse déposer en se refroidissant de beaux cristaux d'acide santonique. (M. Gerhardt.)

CARTHAMUS TINCTORIUS (*Carthame*).

Il existe dans les fleurs du carthame deux matières colorantes dont une seule, la *carthamine*, est employée en teinture (voy. tome V, p. 536). Ces fleurs sont vendues dans le commerce sous le nom de *Safranum*, ou de *safran bâtard*. On les cueille lorsqu'elles sont bien développées, et par un temps sec, car l'humidité les fait noircir; elles sont ensuite desséchées à l'ombre et conservées dans un endroit sec.

En Égypte, les fleurs du carthame sont comprimées entre deux pierres, après avoir été cueillies, puis lavées, et exprimées de nouveau à la main; on les fait ensuite sécher sur des nattes (Hasselquist). Voici la composition de diverses espèces de safranum :

Eau perdue à plus de 20°.	6,0	11,5	4,5	4,8	6,0	8,0	11,4	6,0
Albumine végétale	3,8	4,0	8,0	1,7	4,0	4,0	1,5	3,0
Matière jaune et sulfates solubles	27,0	30,0	30,0	26,1	26,0	20,0	24,0	26,0
Matières extractives. . . .	5,0	4,4	6,0	4,1	3,6	4,0	6,5	5,4
Partie cireuse.	1,0	0,8	1,2	1,5	0,7	0,6	0,6	0,8
Matière colorante jaune. .	3,0	4,0	6,0	2,1	4,2	6,1	4,4	5,0
Carthamine.	0,5	0,4	0,4	0,6	0,3	0,4	0,3	0,4
Ligneux.	50,4	41,7	38,4	56,0	49,4	46,7	50,4	50,0
Silice	2,0	1,5	3,5	1,0	4,0	8,4	1,2	1,6
Alumine et oxyde de fer .	0,6	0,8	1,6	0,5	1,0	1,6	0,4	0,5
Oxyde de manganèse. . .	0,1	0,1	0,3	»	0,5	0,1	»	0,1
	99,4	99,2	99,9	98,4	99,7	99,9	100,7	98,8

(M. SALVETAT.)

Nous avons étudié précédemment le mode d'extraction de la carthamine : cette substance, broyée avec un peu d'eau et du talc très fin, donne le *rouge végétal* dont on se sert comme fard.

Nous nous occuperons maintenant du *pollen* ou matière fécondante des végétaux, qui est contenue dans l'*anthère*, une des parties de la fleur.

POLLEN.

Les observations microscopiques faites avec le plus grand soin par MM. Mohl, Brown, Payen, Decaisne, et surtout par M. Fritzche, démon-

Digitized by Google

trent que le pollen n'est pas un principe immédiat, car il est essentiellement formé de membranes extérieures enveloppant une substance interne à laquelle on a donné le nom de *fovilla*.

La composition de la fovilla paraît être fort complexe; on y trouve un liquide épais, des gouttelettes huileuses, de petits corpuscules granuleux, et quelquefois de l'amidon.

Les grains du pollen de quelques plantes présentent en outre à leur extérieur une matière grasse qui les lie incomplétement les uns aux autres.

Les propriétés de ces diverses matières ont été décrites dernièrement dans un mémoire, dont nous donnons ici le résumé. (Cloëz et Fremy.)

Substance grasse extérieure du pollen. — Cette substance est fortement colorée en jaune (1), onctueuse, filante, neutre aux réactifs colorés, insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool, et très soluble dans l'éther.

Elle possède une odeur de cire très marquée. Les alcalis la saponifient avec difficulté et toujours incomplétement. Le savon qui se produit, étant décomposé par un acide, donne un acide gras liquide ressemblant à l'acide oléique.

Soumise à l'analyse, la substance grasse extérieure du pollen a présenté la composition suivante :

Carbone	79,65
Hydrogène	12,09
Oxygène	8,26
	100,00

Elle se rapproche, par sa composition, de certaines espèces de cires végétales analysées par M. Lewy, et elle présente particulièrement de l'analogie avec la cire jaune.

Pour obtenir la substance grasse extérieure du pollen, on traite ce corps par l'éther, puis on évapore l'extrait éthéré.

Examen des principes immédiats qui constituent le pollen. — L'eau froide n'agit pas sur le pollen; mais lorsqu'on porte l'eau à l'ébullition, la liqueur se colore fortement en jaune et se charge de dextrine; si l'on prolonge l'action de la chaleur, cette dextrine se transforme en glucose.

Cette expérience ne laisse aucun doute sur l'existence de l'amidon dans l'intérieur du pollen, comme cela avait été établi précédemment par M. Payen. Elle fait présumer en outre que dans l'intérieur du grain

(1) La matière jaune qui colore le corps gras extérieur du pollen se détruit très rapidement au contact de l'air, sous l'influence de la lumière même diffuse.

Digitized by Google

se trouve une substance particulière, qui peut agir comme la diastase sur l'amidon.

Du reste, la présence d'une matière azotée soluble existant dans le pollen n'est pas douteuse, car l'extrait aqueux, soumis à l'évaporation, laisse toujours coaguler une substance comparable à l'albumine ou plutôt à la caséine.

L'alcool et l'éther n'agissent pas sur le grain de pollen qui est entier, mais ces dissolvants retirent du pollen que l'on a broyé une quantité considérable d'huile grasse.

Cette huile se saponifie avec facilité; en cela elle diffère du corps gras extérieur du pollen; sa couleur est légèrement jaunâtre. Elle présente la composition suivante :

Carbone	75,36
Hydrogène	12,90
Oxygène	11,74
	100,00

Le pollen épuisé par l'eau bouillante, par l'alcool et par l'éther, laisse un résidu très abondant, qui est évidemment formé des membranes extérieures du pollen, et peut-être d'une partie de la fovilla, qui a résisté à l'action des dissolvants. Ce résidu contient encore une quantité assez considérable d'azote et paraît s'éloigner du ligneux.

Les réactifs semblent démontrer également que les membranes extérieures du pollen ne sont pas formées par de la cellulose; elles résistent en effet à l'action de l'acide sulfurique même concentré qui les colore en noir, mais qui ne les dissout pas ; elles sont remarquables par leur grande fixité.

Il existe une analogie frappante entre la composition d'un pollen et celle d'une graine oléagineuse. On trouve en effet, dans le pollen comme dans la graine, des membranes plus ou moins azotées, de l'amidon, une sorte de diastase, de l'huile grasse en grande quantité et des substances albumineuses. Il est curieux de voir la *déhiscence* et le développement du *tube* ou *boyau pollinique*, qui peuvent être comparés jusqu'à un certain point à un phénomène de germination, se produire dans un corps présentant la même composition qu'une graine.

(Clozz et Fremy.)

Digitized by Google

ÉTUDE DES PRINCIPALES GRAINES.

La *graine* est la partie de la plante qui sert à reproduire de nouveaux individus.

Nous examinerons surtout les graines qui présentent une grande importance, soit au point de vue de l'alimentation, soit dans leurs applications industrielles.

GRAMINÉES.

AVENA SATIVA (*Avoine*).

L'avoine est employée comme aliment pour les bestiaux. Elle renferme un principe aromatique qui, se combinant avec l'urée, donne de l'acide hippurique qu'on retrouve dans l'urine des chevaux (M. Sacc). L'analyse immédiate de cette céréale a donné :

Gluten et albumine	11,9
Amidon et dextrine	61,5
Matières grasses	5,5
Ligneux et cellulose	4,1
Substances minérales	3,0
Eau	14,0
	100,0

(M. BOUSSINGAULT.)

L'avoine sèche renferme d'après l'analyse élémentaire :

Carbone	50,32
Hydrogène	6,32
Azote	2,24
Oxygène	37,14
Cendres	3,98
	100,00

(M. BOUSSINGAULT.)

On a pour la composition centésimale de ces cendres :

Potasse	12,18	12,9
Soude	14,69	»
Chaux	7,29	3,7
Magnésie	4,58	7,7
A reporter	38,74	24,3

Digitized by Google

Report.	38,74	24,3
Oxyde de fer.	1,41	1,3
Acide phosphorique	1,94	14,9
Acide sulfurique	2,15	1,0
Chlore.	1,50	0,5
Silice.	54,25	53,3
	99,99	95,3
	(M. Lévy.)	(M. Boussingault.)

L'avoine donne en général 62 pour 100 de farine, 17 de son et 21 d'eau. (M. Sacc.)

TRITICUM (*Froment*).

Le froment est la céréale la plus importante, au point de vue de notre alimentation; aussi sa culture est universellement répandue. Il existe plusieurs variétés importantes de froment, et toutes sont remarquables par la proportion de matières azotées qu'elles renferment. Le blé contient en effet quelquefois jusqu'à 21 pour 100 d'un principe azoté, le gluten. Les blés *durs* sont plus riches en gluten que les blés *tendres* ou *blancs;* ceux-ci fournissent une farine plus blanche, mais moins nourrissante.

Le blé donne en général 72,5 de paille et 27,5 de grain, présentant en moyenne la composition suivante :

Gluten.	12,8	Matières azotées . . .	14,6
Albumine	1,8		
Amidon	59,7		
Dextrine.	7,2		
Matières grasses. . .	1,2		
Cellulose.	1,7		
Sels minéraux	1,6		
Eau	14,0		
	100,0	(M. Boussingault.)	

L'analyse immédiate du froment a donné :

Carbone	46,10
Hydrogène	5,80
Azote.	2,29
Oxygène	43,40
Cendres	2,41
	100,00
	(M. Boussingault.)

Digitized by Google

La grande quantité de matières azotées qui existe dans le froment fait comprendre que les engrais très riches en principes azotés doivent augmenter la proportion de gluten contenu dans cette graine ; c'est en effet ce qui a été reconnu. (Hermbstæd.)

Les cendres du froment renferment :

	Froment de Giessen.	Froment d'Alsace.
Potasse	33,84	30,12
Chaux	3,06	3,00
Magnésie	13,54	16,26
Oxyde de fer	0,31	»
Acide phosphorique	49,21	48,30
Acide sulfurique	»	1,01
Silice	»	1,31
	99,96	100,00
	(Fresenius et Will.)	(M. Boussingault.)

Ces cendres sont surtout très riches en phosphates et en silicates alcalins et terreux, il sera donc convenable que le terrain ou les engrais employés contiennent aussi ces mêmes sels.

Pour préserver le grain que l'on doit ensemencer de l'attaque des insectes, et de maladies telles que la carie, il est indispensable de le *chauler*. On se contentait d'abord pour le chaulage de tremper les grains dans un lait de chaux ; on a employé ensuite d'autres substances telles que l'alun, les sulfates de fer ou de zinc, le réalgar, l'acide arsénieux, le sulfate de cuivre ; ce dernier sel donne de bons résultats, mais on préfère à l'emploi des substances précédentes, qui sont presque toutes vénéneuses, le procédé connu sous le nom de *sulfatage*.

Pour opérer, d'après cette méthode, sur un hectolitre de grains, on prend 640 grammes de sulfate de soude que l'on fait dissoudre dans 8 à 9 litres d'eau chaude, et 2 kilogrammes de chaux caustique éteinte au moment même. On arrose avec la dissolution saline le blé que l'on place à cet effet dans un baquet, et que l'on remue dans tous les sens ; puis on saupoudre avec la chaux, en continuant à remuer pour que tous les grains soient bien recouverts de chaux ; ils sont alors étendus sur le sol pour être séchés. Ce procédé, très efficace, est le plus employé.

Le froment donne, d'une part, la farine employée à la confection du pain, de l'autre, le son que les bestiaux consomment en partie. La mouture fait subir au grain une sorte de décortication, il ne reste plus qu'à le soumettre au blutage pour séparer le son. La quantité de farine que

Digitized by Google

donne le blé varie selon les procédés de mouture; en moyenne on obtient :

Farine	74
Son	23
Déchet	3
	100

(M. Boussingault.)

La nature du blé fait naturellement varier beaucoup ces quantités; certains blés peuvent donner 85,5 pour 100 de farine. (M. de Dombasle.)

Nous reviendrons plus loin sur les farines; quant au son, il contient encore assez de matières azotées :

Gluten et albumine	11,9
Amidon et dextrine	61,5
Matières grasses	5,5
Ligneux et cellulose	4,1
Substances minérales	3,0
Eau	14,0
	100,0

(M. Boussingault.)

Il est très important, dans les analyses de blés, de déterminer la quantité de son et de farine qu'ils peuvent donner, et aussi combien la farine renferme de matières azotées. Les quantités relatives de son et de farine s'obtiennent avec beaucoup d'exactitude en séparant la farine du son par un tamisage du blé préalablement broyé; en pesant le son resté sur le tamis, on a la farine par différence. Quant au gluten, nous avons vu, en parlant de l'amidon, qu'on pouvait l'évaluer en soumettant la farine à un faible courant d'eau qui entraîne l'amidon et laisse le gluten; mais ce procédé n'offre pas toute la précision désirable. Il vaut mieux doser directement l'azote contenu dans la farine; sachant d'ailleurs que les substances azotées, gluten et albumine, qui entrent dans la farine, renferment 0,16 d'azote, la détermination de ces principes azotés se fera par un calcul très simple. (M. Boussingault.)

C'est d'après ces procédés qu'ont été obtenus les résultats indiqués dans le tableau qui suit.

Nous donnons enfin, dans un deuxième tableau, les résultats de l'analyse immédiate de quatorze variétés de blés.

Digitized by Google

DÉSIGNATION DES BLÉS.	GRAINS.	FARINE.	DANS 100 DE BLÉ.		DANS 100 DE FARINE.		
			Son.	Farine.	Azote.	Gluten et albumine.	Amidon, dextrine et eau.
Froment Barel (*Triticum Spelta mutica*)	Minces, petits	Grise, rude	21,9	78,1	3,3	20,6	79,4
Petit épeautre (*Triticum monococum*)	Moyens	Douce	20,8	79,2	3,4	21,2	78,8
Grand épeautre	Très grands	Très rude	26,9	73,1	3,1	19,4	80,6
Froment de la Mecque	Cornés, longs	Jaune, rude	32,0	68,0	3,3	20,6	79,3
Blé à barbes et balles violettes	Petits, bruns	Très rude	13,2	86,8	3,1	19,4	80,6
Froment d'hiver (*Triticum hibernum*)	Moyens	Douce, jaunâtre	38,5	61,5	2,9	18,1	81,9
Blé Mouret	Rougeâtres	Rude	23,5	76,5	3,2	20,0	80,0
Froment de Revel	Jaunes	Tr. blanche, douce	14,0	86,0	2,5	15,6	84,4
Blé rouge d'Égypte	Petits, durs	Grosse, jaune	15,0	85,0	2,9	18,1	81,9
Blé gros fusquet, à quatre rangs	Durs	Rude	15,0	85,0	2,8	17,5	82,5
Froment rouge du Roussillon	Rougeâtres	Blanche, douce	16,0	84,0	3,3	20,6	79,4
Froment Marcel large	Gros	Jaune, douce	21,5	78,5	2,5	15,6	84,4
Froment de Dantzick	Tendres	Blanche, douce	24,0	76,0	3,1	19,4	80,6
Froment du Nord	Assez durs	Jaunâtre	20,5	79,5	3,0	18,7	81,2
Froment fin rouge, Foix	Tendres	Blanche, douce	18,5	81,5	3,1	19,4	80,6
Froment de Smyrne	Blancs, durs	Blanche, rude	19,0	81,0	2,7	16,9	83,1
Blé de Naypour (Bengale)	Blancs, durs	Blanche, douce	21,5	78,5	2,5	15,6	84,4
Froment de Taganrok	Petits	Blanche, douce	23,5	76,5	3,3	20,6	79,4
Blé corné d'Afrique	Gris, durs	Jaune, rude	24,5	75,5	2,5	15,6	84,4
Blé du Cap	Gros, jaunes	Blanche, douce	19,0	81,0	2,4	15,0	85,0
Froment de Russie	Rugueux	Jaune, douce	18,0	82,0	3,0	18,7	81,3
Blé carré de Sicile	Petits, rouges	Jaune, rude	19,5	80,5	3,3	20,6	79,4
Froment géant de Sainte-Hélène	Durs, très gros	Jaune, rude	25,0	75,0	2,8	17,5	82,5
Froment de Subernac (Pyrénées)	Durs	Blanche, douce	20,5	79,5	2,5	15,6	84,4

NOTA. — Ces diverses espèces de blés ont été cultivées dans un même terrain, très riche (au Jardin des plantes).

(M. BOUSSINGAULT.)

Digitized by Google

COMPOSITION DE DIVERS BLÉS.

DÉSIGNATION DES BLÉS.	GLUTEN et albumine.	MATIÈRES grasses.	AMIDON.	DEXTRINE.	CELLULOSE.	SELS.	EAU.	OBSERVATIONS.
Blé blanc de Flandre	10,7	1,0	61,0	9,2	1,8	1,7*	14,6	Dauphiné.
Blé Hardy white	12,5	1,1	59,1	10,5	1,5	1,7*	13,6	Verrières.
Blé tousselle blanche de Provence	9,9	1,3	62,7	8,1	1,7*	1,7*	14,6	Blé tendre.
Blé polish Odessa	14,3	1,5	59,6	6,3	1,7*	1,4	15,2	Blé mêlé. Pologne russe.
Blé hérisson	11,7	1,2	63,7	6,8	1,7*	1,7*	13,2	Blé de mars.
Blé poulard roux	10,6	1,0	63,3	7,8	1,7*	1,7*	13,9	Loire Inférieure.
Blé poulard bleu conique	15,6	1,0	59,9	7,2	1,5	1,9	14,4	Verrières.
Blé poulard bleu conique	18,1	1,2	58,0	5,9	1,7*	1,9	13,2	Verrières. Année sèche.
Blé mitadenc du Midi	16,0	1,1	59,8	6,4	1,4	1,7	13,6	Avignon.
Blé de Pologne	21,5	1,5	53,4	7,8	1,7*	1,9	13,2	Très dur. Verrières.
Blé de Banat	13,4	1,1	62,2	5,4	1,7*	1,7*	14,5	Hongrie.
Blé d'Égypte	20,6	1,1	55,4	6,0	1,7*	1,7*	13,5	Dur, grains petits et rouges.
Blé d'Espagne	10,7	1,8	61,9	7,3	1,7*	1,4	15,2	Mélange de blé dur et tendre.
Blé de Taganrok	13,6	1,9	57,9	7,9	2,3	1,6	14,8	Très dur.

NOTA. — Les chiffres suivis d'un astérisque n'ont pas été obtenus directement; on a pris, pour les établir, les moyennes des déterminations faites sur les autres variétés de blés.

(M. E. PÉLIGOT.)

Digitized by Google

ZEA MAÏS (*Maïs*).

Le maïs, appelé encore blé de Turquie, ou blé d'Amérique, est originaire du nouveau monde. Il se distingue des autres céréales par la légère odeur et la coloration jaunâtre de sa farine; le maïs contient beaucoup plus de matières grasses que les autres céréales, et l'huile qui existe dans le maïs, peut déterminer en rancissant l'altération de la farine; aussi vaut-il mieux en général ne moudre le grain que par petites quantités à la fois. Voici la composition d'un maïs blanc récolté près de Paris :

Matières azotées	12,00
Amidon	71,00
Matières grasses	8,70
Cellulose	5,80
Dextrine et sucre	0,50
Matière colorante	0,05
Sels	2,00
	100,05

(MM. DUMAS, BOUSSINGAULT et PAYEN.)

Une autre variété de maïs récolté à Haguenau a donné les résultats suivants :

Albumine	12,8
Amidon	59,0
Huile	7,0
Dextrine et sucre	1,5
Ligneux et cellulose	1,5
Sels	1,1
Eau	17,1
	100,0

(M. BOUSSINGAULT.)

Cette graine a pour composition élémentaire :

Carbone	54,3
Hydrogène	7,0
Azote	16,3
Oxygène et cendres	22,4
	100,0

(M. BOUSSINGAULT.)

La quantité de maïs que fournit la semence est très considérable. Dans la récolte ordinaire, au Mexique, 1 grain en rend 150 (M. de Humboldt),

Digitized by Google

et en Alsace, dans une culture très espacée, 190 (M. Schwertz). Le maïs peut donner par la fermentation une liqueur alcoolique, nommée *chicha*.

Les graines de maïs soumises à l'incinération laissent un résidu formé, en centièmes, de :

Potasse et soude	30,8
Chaux	1,3
Magnésie	17,0
Acide phosphorique	50,1
Silice	0,8
	100,00

(M. LETELLIER.)

HORDEUM VULGARE (*Orge*).

La graine de cette plante contient à l'état naturel :

Albumine et gluten	4,50
Fécule	59,50
Sucre	6,00
Ligneux, gomme, matières grasses et cendres	19,00
Eau	11,00
	100,00

(M. SACC.)

L'orge est donc une des céréales les moins riches en matières azotées; c'est ce que confirme l'analyse élémentaire de cette même graine :

Carbone	45,47
Hydrogène	6,48
Azote	2,28
Oxygène	42.44
Cendres	3,33
	100,00

(M. SACC.)

La graine d'orge germée, ou *malt*, est employée dans la fabrication de la bière ; nous avons vu comment on peut extraire de cette graine germée le principe actif nommé *diastase*, qui transforme l'amidon en sucre.

On retire du grain d'orge :

Farine	70
Son	19
Eau	11
	100

Digitized by Google

Les cendres d'orge contiennent une assez forte proportion de silice et de phosphates, ainsi que le montre la composition suivante :

Potasse	13,75
Soude	6,75
Chaux	2,21
Magnésie	8,60
Oxyde de fer	1,07
Acide phosphorique	38,80
Acide sulfurique	1,17
Silice	27,65
	100,00

(M. Koechlin.)

ORIZA SATIVA (*Riz*).

Le riz diffère complétement des graminées précédentes. C'est un plante aquatique, cultivée surtout dans les pays chauds, aux Indes, en Afrique et en Piémont : il se développe dans des *rizières*, vastes prairies qu'on peut inonder à volonté, et qui sont une cause incessante d'insalubrité, par suite de la nécessité de les maintenir à l'état de marais. Le riz est peu nourrissant, aussi les peuples qui en font leur principale nourriture sont-ils obligés d'en manger un volume considérable. L'analyse d'un riz du Piémont montre qu'il existe dans cette graine peu de matières azotées et de substances minérales :

Gluten et albumine	7,5
Amidon et dextrine	76,0
Huile grasse	0,5
Ligneux et cellulose	0,9
Substances minérales	0,5
Eau	14,6
	100,0

(M. Boussingault.)

Le riz donne de 50 à 100 grains pour 1 de semence; on ne le sème qu'après lui avoir fait subir un commencement de germination.

SECALE CEREALE (*Seigle*).

Dans les pays froids, le seigle remplace quelquefois le froment; il possède une odeur particulière et renferme un principe qui peut prendre une coloration brune. On ne peut extraire directement du seigle, comme

Digitized by Google

pour les autres céréales, le gluten qu'il renferme : il donne en général 76 pour 100 de farine et 24 de son. Voici une analyse de seigle récolté à Bechellbronn :

Gluten et albumine	9,0
Amidon et dextrine	67,5
Matières grasses	2,0
Ligneux et cellulose	3,0
Substances minérales	1,9
Eau	16,6
	100,0

(M. Boussingault.)

Les substances minérales qui se trouvent dans le seigle sont en grande partie des sels déliquescents ; c'est là ce qui donne au pain de seigle la propriété de se conserver assez longtemps frais.

Cette plante n'est pas cultivée seulement pour la graine qu'elle fournit, car celle-ci est peu nourrissante, aussi la farine de seigle est-elle le plus souvent mélangée avec un peu de farine de froment; mais le seigle donne une grande quantité de paille préférable à celle que fournissent les autres céréales.

Voici l'analyse comparative de la paille et du grain :

	Grain.	Paille.
Carbone	46,35	49,88
Hydrogène	5,38	5,58
Azote	1,69	0,30
Oxygène	44,21	40,56
Cendres	2,37	3,68
	100,00	100,00

(M. Boussingault.)

En considérant de même les cendres laissées par les graines et par la paille, on reconnaît que les alcalis et l'acide phosphorique dominent dans les graines, tandis que la silice se fixe presque entièrement dans la paille :

Digitized by Google

PRINCIPES MINÉRAUX CONTENUS DANS LES CENDRES.	GRAIN.	PAILLE.
Potasse	32,76	17,03
Soude	4,45	»
Chaux	2,92	8,98
Magnésie	10,13	2,39
Oxyde de fer	10,80	4,35
Acide phosphorique	47,29	8,80
Acide sulfurique	1,46	0,81
Chlorure de potassium	»	0,25
Chlorure de sodium	»	0,56
Silice	0,01	63,89
	99,84	102,06

(MM. WILL et FRESENIUS.)

Le seigle est très sujet à une maladie, connue sous le nom d'*ergot*. Dans cette maladie, il survient à la surface du grain une sorte de champignon qu'on a nommé *Sclerotium clavus* (de Candolle). Cette excroissance prend bientôt la place du grain. Le seigle ergoté ne contient plus ni gluten, ni amidon, ni dextrine; on y trouve de l'huile, quelquefois un peu d'ammoniaque libre, et enfin une substance particulière, l'*ergotine*.

Voici l'analyse de l'ergot du seigle :

Huile grasse non saponifiable	35,00
Matière grasse cristallisable	1,05
Cérine	0,76
Ergotine	1,25
Osmazôme	7,76
Sucre cristallisable	1,55
Gomme et principe colorant rouge	2,33
Albumine	1,46
Fungine	46,19
Phosphate acide de potasse	4,42
Phosphate de chaux	0,29
Silice	0,14
	102,20

(M. WIGGERS.)

Digitized by Google

La composition des cendres du seigle ergoté diffère peu de celle des cendres du seigle ordinaire, comme le prouve l'analyse suivante :

Potasse	45,38
Soude	16,79
Chaux	1,68
Magnésie	5,34
Oxyde de fer	2,34
Acide phosphorique	15,44
Acide sulfurique	0,02
Chlore	2,36
Silice	10,65
	100,00

(M. ENGELMANN.)

Le seigle ergoté doit être séparé avec beaucoup de soin de celui qui n'est pas attaqué; car l'emploi du seigle ergoté comme aliment détermine une maladie très grave, l'*ergotisme*. On emploie le seigle ergoté en médecine comme hémostatique puissant; cette propriété, ainsi que son action sur l'économie animale, sont dues à la présence de l'ergotine. Nous avons déjà étudié (tome IV, p. 643) les propriétés de l'ergotine; nous donnerons ici sa composition élémentaire et sa préparation. Elle renferme :

Carbone	76,327
Hydrogène	5,641
Oxygène	18,032
	100,000

(LIEBIG et PELOUZE.)

Pour obtenir l'ergotine, on enlève au moyen de l'éther les matières grasses et cireuses contenues dans le seigle ergoté, qu'on a réduit en poudre. Le résidu est repris par l'alcool bouillant, et quand la liqueur est assez concentrée par l'évaporation, on précipite l'ergotine en ajoutant de l'eau froide. (M. Wiggers.)

Nous terminerons l'étude des céréales en donnant un tableau comparatif de la composition immédiate de toutes les graines que nous avons successivement examinées. Les analyses résumées dans ce tableau ont été faites sur des graines complétement sèches.

Digitized by Google

GRAINS.	MATIÈRES AZOTÉES.	AMIDON.	DEXTRINE.	MATIÈRES GRASSES.	CELLULOSE.	MATIÈRES MINÉRALES.
Avoine. . .	14,39	60,59	9,25	5,50	7,06	3,25
Blé dur (de Taganrok)	20,00	63,80	8,00	2,25	3,10	2,85
Maïs	12,50	67,55	4,00	8,80	5,90	1,25
Orge. . . .	12,96	66,43	10,00	2,76	4,75	3,10
Riz.	7,05	89,15	1,00	0,80	1,10	0,90
Seigle. . . .	12,50	67,65	11,90	2,25	3,10	2,60

(M. PAYEN.)

Nous compléterons ce que nous avons dit précédemment sur les farines, en examinant succinctement la composition de celles que fournissent les diverses céréales, et en donnant enfin les moyens de reconnaître les principales falsifications de ces farines.

Farine de froment. — D'après les procédés habituels de mouture, une même variété de blé fournit des farines de diverses qualités, selon que par le blutage on a séparé d'une manière plus ou moins complète le son qui se trouve mêlé à la farine au sortir de la meule. On obtient ainsi des farines de *première*, de *deuxième*, de *troisième marque :* la farine dite de *première* est la plus blanche ; les autres le sont un peu moins. Nous avons donné précédemment, en traitant de la fabrication du pain et dans l'étude du blé, des analyses de farines ; voici la composition moyenne de la farine blanche :

Substances azotées	14,45
Amidon et dextrine.	68,43
Matières grasses	1,25
Cellulose	0,05
Matières minérales	1,60
Eau.	14,22
	100,00

(M. PAYEN.)

La qualité des farines dépend de diverses causes. Les procédés employées pour moudre le grain peuvent, si le mouvement des meules a été trop rapide, altérer la farine en l'échauffant ; cet échauffement occasionne

Digitized by Google

souvent une décomposition du gluten, et rend la farine tout à fait impropre à la panification.

Les farines contiennent en général 15 à 17 pour 100 d'eau; un excès d'humidité occasionne parfois dans les farines une fermentation qui leur communique une saveur âcre et repoussante : c'est là une des causes de l'altération des farines conservées. On peut la prévenir en enlevant d'abord aux farines, par une dessiccation à l'étuve, une partie de leur eau hygrométrique, de façon à en réduire la proportion à 0,05 ou 0,06; les farines sont ensuite placées dans des barils bien fermés pour éviter une nouvelle absorption d'eau; on empêche ainsi toute altération ultérieure. (M. Payen.)

Ces altérations produites par l'humidité se reconnaissent à l'acidité et à l'odeur désagréable que prend la farine; il s'y développe quelquefois des insectes ou des germes de champignons dangereux, qui plus tard se forment sur le pain.

L'influence de ces altérations est principalement sensible quand on examine la nature du gluten, qui est d'autant plus liant et plus élastique que la farine est plus pure. Cela permet, comme nous le verrons plus loin, de juger assez bien de la qualité d'une farine d'après l'aspect et les propriétés du gluten qu'on en extrait.

Farine de maïs. — Elle est fort peu employée pour la panification, mais elle constitue, sous forme de potages, un aliment léger et agréable. Elle renferme :

Substances azotées	5,0
Amidon	28,4
Matières grasses	33,6
Dextrine	2,0
Cellulose	20,0
Matière colorante	0,2
Sels divers	7,2

(M. Payen.)

Farine d'orge. — L'orge fournit une farine grossière qui sert, dans les contrées pauvres, pour fabriquer du pain, après avoir été mélangée à un quart de farine de froment. Elle contient :

Gluten et albumine	4,5
Amidon	60,0
Sucre	5,0
Enveloppe	19,3
Eau	11,2
	100,0

(Einhof.)

Digitized by Google

La farine d'orge est employée en décoction aqueuse comme émollient.

Farine de seigle. — Cette farine, mélangée avec de la farine de froment, sert à préparer un pain assez agréable, durcissant très lentement, et connu sous le nom de pain *bis* ou pain de *méteil*. Elle est aussi employée dans la fabrication du pain d'épices. Voici la composition de la farine de seigle :

Gluten et albumine	12,75
Amidon	61,09
Glucose	3,27
Mucilage	11,09
Fibre végétale	6,38
Matière grasse, sels et perte	5,42
	100,00

(EINHOF.)

Nous n'avons pas parlé des farines de riz et d'avoine, qui ne sont employées que rarement, et en général après avoir été mélangées avec les farines d'autres céréales.

Essais des farines.

En traitant de la fabrication du pain, nous avons déjà indiqué les principales falsifications des farines, et examiné les procédés de M. Donny propres à les faire connaître.

Les farines des légumineuses sont celles que l'on mélange le plus souvent par fraude à la farine de blé. La fécule de pomme de terre est beaucoup moins employée aujourd'hui, à cause de l'élévation de prix qu'a produite la maladie qui affecte souvent les tubercules.

La légumine qui se trouve dans ces farines possède la propriété de faire mousser considérablement les liquides avec lesquels on l'agite; on a même fondé un mode de dosage sur le volume de l'écume que l'on peut ainsi obtenir. (M. Cavalié.)

On constate la présence de la farine de féveroles en triturant dans un mortier de grès parties égales de la farine suspecte et de grès pulvérisé; on ajoute peu à peu de l'eau et l'on filtre: la liqueur reste toujours trouble s'il y a eu mélange de féveroles; en outre l'addition d'eau iodée, qui donne une coloration rose avec la farine pure, et une coloration ardoisée s'il n'y a que des féveroles, produit dans le mélange une couleur de chair qui disparaît d'autant plus promptement qu'il y a plus de féverolles (M. Robine.)

Digitized by Google

Un autre procédé très sensible repose sur cette propriété des farines de féveroles ou de vesce de se colorer en *pourpre*, lorsqu'on les expose successivement aux vapeurs d'acide azotique, puis d'ammoniaque; les autres farines prennent dans ces circonstances une teinte *jaunâtre*. Ce procédé peut indiquer la présence de 4 pour 100 de farine de féveroles. (M. Donny.)

La présence dans l'enveloppe de ces légumineuses d'une petite quantité de tannin, qu'on ne retrouve pas dans les farines des céréales, peut aussi servir d'indice. En effet, la farine pure donne avec les sels de fer une coloration *jaune-paille* assez faible, tandis que si elle est mélangée avec de la farine de haricots ou de féveroles elle prend une teinte *jaune-orangé* ou *vert-bouteille*. (M. Lassaigne.)

L'examen des cendres peut faire reconnaître la présence des féveroles; les cendres sont en général en plus grande quantité, et surtout très alcalines et déliquescentes. Enfin c'est l'analyse de ces cendres qui permettra de constater la présence des substances minérales telles que le sulfate de chaux, l'alun, les carbonates alcalins et la chaux, que l'on introduit quelquefois dans les farines.

Nous compléterons cet examen des principaux modes d'essai des farines, en donnant avec quelques détails les procédés indiqués par M. Rivot, professeur à l'École des mines, dans un travail qu'il vient de publier *sur l'examen des farines et des pains.*

L'examen d'une farine ne peut être satisfaisant que si l'on peut étudier en même temps les qualités du pain qu'elle peut fournir; aussi, bien que l'étude des farines fasse l'objet spécial de ce chapitre, nous donnerons en outre une analyse de la seconde partie du travail de M. Rivot sur l'examen des pains.

Examen des farines. — L'examen d'une farine comprend : la détermination de l'eau hygrométrique, la préparation, l'étude et le dosage du gluten, l'observation au microscope de l'amidon et de la farine elle-même; enfin le dosage de l'azote et des matières minérales.

Eau hygrométrique. — Cette détermination exige assez de soins afin d'arriver à une dessiccation complète, sans faire roussir la farine, ce qui indiquerait un commencement de décomposition de cette substance. Il est convenable d'opérer au plus sur 50 grammes de farine, que l'on met pendant vingt-quatre heures dans une étuve maintenue à une température de 115° à 120°. La farine doit peu se colorer pendant cette dessiccation.

La quantité d'eau ainsi déterminée est en moyenne 15 à 17 pour 100; une proportion plus ou moins grande est quelquefois un *indice* de l'impureté de la farine.

Gluten. — Le gluten s'obtient en plaçant 100 grammes environ de

Digitized by Google

farine dans un nouet de linge, et en le malaxant sous un filet d'eau qui entraîne l'amidon; quand le gluten a pris une consistance suffisante, on achève dans les mains nues. Il est bon, en opérant toujours dans les mêmes conditions, de noter le temps employé à l'opération. Une demi-heure suffit quand on opère sur de belle farine, tandis qu'il faut quelquefois plus d'une heure avec des farines avariées. En outre, le gluten que fournit une bonne farine se rassemble assez promptement, ne tend pas à passer à travers le nouet, et devient de plus en plus élastique et consistant; les farines altérées donnent un gluten qui se rassemble très lentement, passe en partie à travers le linge, se rassemble en grumeaux, et est dépourvu de consistance et d'élasticité.

Après avoir fait passer sur un tamis très fin toutes les matières qui sont sorties du nouet ou des mains, afin de retenir le son et les petites portions de gluten qui peuvent être entraînées, il faut doser le gluten obtenu. Pour cela, on le dessèche à 115° environ, et les caractères qu'il présente pendant la dessiccation sont très utiles à connaître. Le gluten des bonnes farines commence par se boursoufler beaucoup, il devient dur, cassant et prend une texture feuilletée; si, au contraire, il se boursoufle peu, se colore beaucoup et est peu feuilleté, c'est que la farine soumise à l'essai est altérée.

Le poids du gluten fournit une indication moins certaine qu'un examen physique fait par un observateur habitué, car on trouve quelquefois autant de gluten dans une farine altérée que dans une autre de bonne qualité.

Amidon. — Les différences d'aspect de l'amidon recueilli dans la préparation du gluten, et qui ne sont sensibles que pour un œil exercé, conduisent avec les caractères du gluten à une appréciation assez exacte de la qualité de la farine proposée.

Quelquefois on filtre l'eau dans laquelle s'est déposé l'amidon, et l'on recherche dans la liqueur filtrée la présence de la *légumine*, en ajoutant de l'acide acétique qui donne dans ce cas un précipité blanc; mais ce caractère n'est pas très net, surtout si l'on opère sur des farines altérées.

Quand on soupçonne que la farine contient des mélanges, il faut agiter et transvaser plusieurs fois le liquide qui contient l'amidon en suspension; les grains d'amidon se déposent alors par ordre de grosseur et de densité, et l'on retrouve, en général, dans la partie la plus lourde, les substances étrangères, telles que la fécule de pomme de terre et la farine de haricots; dans la partie moyenne sont surtout les grains de maïs; les grains les plus petits du froment, du seigle et de l'avoine restent dans le dépôt qui se forme lentement dans la première liqueur.

En laissant une certaine quantité de cet amidon sous une mince couche d'eau, la fermentation se produit bientôt; et la rapidité avec

Digitized by Google

laquelle elle se manifeste est utile à noter, car elle est d'autant plus grande que la farine est plus altérée.

On termine l'examen de l'amidon en observant les grains avec un microscope muni d'un appareil de polarisation : cette étude attentive permet d'observer les formes des grains d'amidon, variables suivant leur origine : les figures toutes différentes que l'on obtient en éclairant au moyen de la lumière polarisée, ces grains d'amidon observés au microscope, sont tout à fait caractéristiques.

Azote et substances minérales. — Cette dernière opération est moins importante, car la qualité du pain dépend surtout de la quantité de bonne farine de froment qui y entre, et le dosage du gluten l'a suffisamment indiquée. Quant aux substances minérales, comme l'incinération des farines est difficile, longue et peu exacte, on ne devra la faire que si l'on soupçonnait l'introduction frauduleuse, très rare du reste, vu la facilité de s'en assurer, de sels minéraux blancs dans la farine.

Nous terminerons l'examen des farines par un tableau indiquant les résultats obtenus dans le dosage de l'eau et du gluten de diverses farines :

FARINES.	EAU HYGROMÉTRIQUE.	GLUTEN SEC.
	Pour 100 de farine.	Pour 100 de farine.
Farine de Bordeaux (23,9 pour 100 de son)	16,70	9,39
Farine première qualité (Paris) . . .	17,00	10,60
Ibid.	17,00	9,00
Ibid.	16,00	10,65
Farine de marrons d'Inde	12,00	»
Farines provenant d'Amérique et importées en France. Elles contiennent du seigle et du maïs ; elles ont donné un pain de très mauvaise qualité : il a fallu les mélanger avec une grande quantité de farine de froment pour les employer à la panification.	14,00	10,12
	13,00	10,06
	13,00	11,00
	14,00	9,80
	14,00	9,00

Examen des pains. — *Caractères extérieurs.* — Ils sont ici nombreux et d'une grande importance : une portion du pain coupé en deux parties égales est destinée à constater ces caractères ; l'autre portion est pesée tout de suite et sert à déterminer l'eau hygrométrique.

L'aspect, la consistance de la mie et de la croûte, l'odeur, la saveur, sont très propres à diriger le jugement de l'expérimentateur. Le goût et l'odorat permettent de s'assurer de la présence du seigle, du sarrasin, des fécules même en petite quantité ; les farines fermentées ou altérées sont accusées par le goût et l'odeur désagréables et caractéristiques qu'elles

Digitized by Google

communiquent au pain ; la farine de maïs communique à la mie une couleur jaunâtre et la rend un peu gluante.

On observe en outre le durcissement spontané du pain : les pains faits avec de bonne farine durcissent lentement, tandis que les mélanges rendent le durcissement un peu plus rapide, sans que le pain prenne un goût désagréable. Si l'on a employé des farines avariées, le durcissement est très rapide, le pain se moisit et devient très mauvais.

Eau hygrométrique. — Il faut opérer sur la moitié du pain, pour arriver à une certaine exactitude. La croûte et la mie, pesées séparément, divisées en petits fragments et placées dans des capsules ; on les dessèche alors à l'étuve chauffée de 110° à 115°. Après une dessiccation convenable, la mie doit être légèrement jaunâtre, ne pas changer de poids; il faut éviter avec soin qu'elle s'attache au fond de la capsule. La pesée de la mie et de la croûte desséchées doit être faite très rapidement, car ces substances sont très hygrométriques. Avec les pains de mauvaise qualité, il ne faut pas élever la température de l'étuve au-dessus de 110°; car la mie perd alors une certaine quantité d'eau de combinaison. Voici la moyenne et les limites extrêmes des quantités d'eau trouvées dans de nombreux échantillons de pain :

	Moyenne.	Limites.
Dans la mie	42 à 43	40 et 48 pour 1002.
Dans la croûte.	17 à 18	17 et 27
Dans le pain entier.	33 à 34	30 et 41

Incinération. — Il reste à déterminer le poids des cendres fournies par la croûte et par la mie qui ont été desséchées. L'incinération exige un certain soin, à cause de la grande quantité de matières sur laquelle il faut opérer, et de la difficulté d'éviter, soit la perte de sels volatils, soit la fusion et l'agglomération des sels alcalins, ce qui rend l'incinération incomplète. Mais les résultats de cette opération permettent d'arriver à connaître la quantité de farine sèche employée pour produire le pain, ce qui est important; il faut observer néanmoins que cette détermination n'offre d'exactitude que dans le cas où l'on opère sur des pains fabriqués avec des farines pures. Voici comment il est possible d'arriver à cette évaluation de la quantité de farine sèche qui entre dans 100 parties du pain soumis à l'examen.

Il est permis de supposer que la pâte qui a servi à faire le pain était bien homogène, et que, la cuisson n'altérant pas cette homogénéité, les matières minérales sont également réparties dans la mie et dans la croûte : dès lors l'incinération isolant les principes minéraux, le rapport des nombres qui représentent les proportions de cendres de la croûte et de la mie exprimera la proportion de mie qu'aurait pu donner la portion de la pâte qui s'est transformée en croûte; si l'on multiplie ce rap-

Digitized by Google

port par la quantité de croûte contenue dans 100 parties de pain, et qu'on ajoute le produit à la quantité de mie que contiennent ces 100 parties, la somme représentera ce qu'on pourrait nommer l'*évaluation en mie* de 100 parties de pain.

On peut admettre maintenant, comme de nombreuses expériences tendent à le prouver, que la partie de la farine qui produit la mie n'éprouve pas d'altération notable, et par suite que la mie desséchée représente la farine sèche qui l'a produite. En multipliant l'*évaluation du pain en mie* par la proportion de matière sèche que contient la mie, on aura la quantité de farine sèche qui a fourni 100 parties de pain. On arrivera ensuite très facilement à reconnaître le rendement en pain de la farine à l'état normal, en déterminant l'eau hygrométrique de cette farine.

Analyse des cendres. — De même que dans l'examen des farines, l'analyse des cendres offre peu d'importance; il est seulement utile quelquefois de doser le chlore qu'elles contiennent pour en déduire la quantité de sel que le boulanger a fait entrer dans le pain. Quant à l'observation au microscope, pour reconnaître les mélanges, elle offre ici peu de certitude à cause de la déformation des grains pendant la cuisson.

CONIFÈRES.

JUNIPERUS COMMUNIS (*Genévrier*).

Les fruits du genévrier, ou *baies de genièvre*, sont employés en décoction aqueuse comme diurétiques; ils renferment :

Essence de genièvre	1,0
Cire	4,0
Résine	10,0
Sucre, acétate, malate de chaux	33,8
Gomme et sels végétaux	7,0
Fibre ligneuse	35,0
Eau	12,9

(TROMMSDORF.)

L'essence que fournissent ces baies par la distillation est l'*essence de genièvre*, dont les propriétés ont été décrites tome V, page 165.

Digitized by Google

PALMIERS.

COCOS NUCIFERA (*Cocotier*).

La *noix de coco* renferme une liqueur blanchâtre qui présente la composition suivante :

Mannite	3,825
Albumine	0,750
Gomme	0,250
Eau	95,000

(BIZIO.)

C'est dans la partie solide, ou l'amande, que l'on mange ordinairement, que se trouve en grande quantité la matière grasse si complexe nommée *beurre* ou *huile de coco*, dont nous avons parlé précédemment (voyez tome V, p. 427). Voici la composition de l'amande :

Huile de coco	71,688
Albumine	7,685
Gomme	5,588
Mannite	1,595
Matière colorante jaune	0,225
Fibre végétale	14,950

(BIZIO.)

MYRISTICÉES.

MYRISTICA AROMATICA (*Muscadier*).

La *noix muscade* renferme le *beurre* ou l'*huile de muscade*, dont les principaux caractères ont été indiqués tome V, page 429. Nous donnerons seulement ici la composition de la noix muscade :

Huile de muscade	31,6
Essence	6,0
Amidon	2,4
Gomme	1,2
Acide libre	0,8
Fibre ligneuse	54,0
Perte	4,0
	100,0

(BONASTRE.)

Digitized by Google

CANNABINÉES.

HUMULUS LUPULUS (*Houblon*).

Les fruits du houblon sont formés de petits cônes membraneux, à la partie inférieure desquels se trouve une poussière jaune, amère, la *lupuline*, déjà examinée en traitant de la fabrication de la bière (tome V, p. 97). Le houblon fournit en moyenne 14 à 15 pour 100 de cette substance. En distillant le houblon avec de l'eau, on obtient, comme nous l'avons dit, l'*essence de houblon*. Les cônes du houblon, après dessiccation, contiennent 9,80 pour 100 d'azote (M. Payen). L'analyse immédiate de ces cônes a donné :

Eau	73,80
Substances solubles dans l'eau	1,46
Substances solubles dans une lessive alcaline	14,43
Cire, résine et matière colorante	0,72
Fibre végétale	9,59
	100,00

(M. Sprengel.)

Le résidu de l'incinération de ces cônes est composé de :

Potasse	19,4
Soude	0,7
Chaux	14,1
Magnésie	5,3
Oxydes de fer et de manganèse	3,9
Acide carbonique	11,0
Acide phosphorique	14,6
Acide sulfurique	8,3
Chlore	2,3
Silice	17,9
Charbon et perte	2,5
	100,0

(M. Nesbit.)

Le houblon est quelquefois remplacé frauduleusement dans la fabrication de la bière par des substances végétales amères, d'un prix moins élevé, telles que les feuilles et l'écorce de buis, la gentiane, les têtes de pavot, etc.; mais l'analyse chimique ne peut déceler ces fraudes, que le goût exercé fait seul reconnaître.

Digitized by Google

CANNABIS SATIVA (*Chanvre*).

Le chanvre, dont la tige est utilisée comme matière textile, fournit en outre des graines connues sous le nom de *chènevis*, pouvant servir à la nourriture des oiseaux, et d'où l'on extrait l'*huile de chènevis* (voy. tome V, p. 435). Le chènevis donne de 15 à 25 pour 100 d'huile. La composition de la graine de chanvre varie un peu suivant les échantillons; voici deux analyses de ces graines :

Huile	33,6	35,65
Matières organiques non azotées	23,6	51,31
Matières organiques azotées	16,3	
Ligneux	12,1	
Matières minérales	2,2	7,39
Eau	12,2	5,65
	100,0	100,00

(MM. Boussingault et Moride.)

Les cendres de ces mêmes graines renferment surtout de l'acide phosphorique, de la chaux, de la potasse et de la silice :

Potasse	21,7
Soude	0,7
Chaux	26,7
Magnésie	1,0
Oxydes de fer et de manganèse	0,8
Acide phosphorique	35,0
Acide sulfurique	0,1
Chlore	traces
Silice	14,0
	100,0

(Leuchtenweiss.)

Lorsqu'on a extrait, par la compression, des graines de chanvre, l'huile de chènevis qu'elles contiennent, le résidu ou *tourteau* retient encore une certaine quantité d'huile, comme le montre sa composition :

Huile	6,3
Matières organiques	69,4
Sels minéraux	10,5
Eau	13,8
	100,0

(MM. Soubeiran et Girardin.)

Digitized by Google

CUPULIFÈRES.

QUERCUS ROBUR (*Chêne*).

Les *glands* du chêne ont été étudiés surtout par Braconnot, qui y a trouvé une matière sucrée différant très peu de la lactine du lait des mammifères, et aussi des traces d'acide citrique combiné avec de la potasse. Son analyse a donné :

Eau	31,80
Amidon	36,94
Lignine	1,90
Légumine combinée avec le tannin	15,82
Matière extractive	5,00
Sucre incristallisable	7,00
Sucre de lait	quant. indét.
Huile fixe	3,27
Acide citrique	traces
Potasse	0,38
Sulfate de potasse	0,19
Chlorure de potassium	0,01
Phosphate de potasse	0,05
Phosphate de chaux	0,27
Silice et oxyde de fer	traces
	102,63

(BRACONNOT.)

Les glands, décortiqués et incinérés, ont fourni des cendres renfermant :

Potasse	51,7
Soude	0,3
Chaux	5,4
Magnésie	4,5
Oxydes de fer et de manganèse	0,9
Acide carbonique	14,3
Acide phosphorique	13,7
Acide sulfurique	2,3
Chlore	8,5
Silice	0,8
Charbon et perte	5,6
	100,0

(LEUCHTENWEISS.)

Digitized by Google

EUPHORBIACÉES.

RICINUS COMMUNIS (*Ricin*).

Dans l'amande contenue dans les graines de ricin se trouve une huile très épaisse, de coloration variable selon le mode de préparation; nous avons étudié les corps nombreux qu'on obtenait en traitant l'*huile de ricin* par différents réactifs; nous donnerons ici la composition des graines d'où on l'extrait :

Huile	46,19
Amidon	20,00
Albumine	0,50
Gomme	4,31
Résine brune et principe amer	1,91
Fibre ligneuse	20,00
Eau	7,09
	100,00

(GEIGER.)

POLYGONÉES.

POLYGONUM FAGOPYRUM (*Sarrasin*).

Le *sarrasin*, ou *blé noir*, est cultivé surtout dans les pays pauvres où il est employé comme graine alimentaire, sous forme de bouillie ou de galette. Cette plante n'exige que peu de culture et un sol d'une nature quelconque, pourvu qu'il ne soit pas trop humide; mais le sarrasin est très sensible aux variations atmosphériques; les gelées blanches tardives, la trop grande chaleur, lui sont également nuisibles. Le sarrasin renferme :

Matières azotées	10,5
Albumine	0,2
Amidon	52,0
Dextrine	0,3
Sucre	3,0
Résine et extrait	2,8
Fibres et son	28,5

(M. ZENNEC.)

Les matières azotées contenues dans le blé noir sont pauvres en gluten ; aussi le pain que l'on peut faire avec la farine de sarrasin est

Digitized by Google

compacte : on n'emploie d'ailleurs cette farine pour la panification qu'en la mélangeant à de la farine de froment. Les terrains magnésiens, fort peu productifs, sont employés avec avantage pour la culture du sarrasin, car la paille de cette plante renferme une grande quantité de magnésie qu'on retrouve encore en proportion notable dans les grains, dont les cendres renferment en effet :

Potasse	8,74
Soude	20,10
Chaux	6,66
Magnésie	10,38
Oxyde de fer	1,05
Acide phosphorique	50,07
Acide sulfurique	2,16
Silice	0,69
	99,85

(M. Bichon.)

CRUCIFÈRES.

BRASSICA CAMPESTRIS OLEIFERA (*Colza*).

Le colza est une plante industrielle très importante; l'huile qu'on en retire a en effet de nombreuses applications. Le rendement de cette plante est assez considérable; voici en effet ce qu'a donné un colza de bonne qualité :

Huile	40,81
Tourteau	50,12
Déchet	9,07
	100,00

(M. Boussingault.)

La composition immédiate des graines de colza varie un peu, comme on peut le voir par ces analyses de colza de provenances diverses :

	Graine d'Alsace.	Graine de Saumur.	Graine de Belle-Isle.
Huile	50,0	30,12	38,50
Matières organiques non azotées	12,4	61,36	55,44
Matières organiques azotées	17,4		
Ligneux	5,3		
Cendres ou sels minéraux	3,9	4,17	3,50
Eau	11,0	4,35	2,56
	100,0	100,00	100,00

(MM. Boussingault et Moride.)

Digitized by Google

On ne retire en moyenne de cette plante, dans l'industrie, que 32 pour 100 d'huile; il reste encore dans le tourteau :

Huile	14,1
Matières organiques	66,2
Sels minéraux	6,5
Eau	13,2
	100,0

(MM. SOUBEIRAN et GIRARDIN.)

Ces matières organiques retiennent encore 5,55 pour 100 d'azote, et il y a 6,5 de phosphates dans les sels minéraux ; aussi les tourteaux peuvent-ils servir d'aliment aux bestiaux en les mélangeant avec de la paille et du son; on les emploie surtout comme engrais. La paille de colza est bien supérieure comme fourrage et comme engrais à celle des céréales, car elle renferme elle-même 0,75 pour 100 d'azote à l'état normal, et après dessiccation 0,86 d'azote et 0,30 d'acide phosphorique (MM. Boussingault et Payen). Nous donnerons comparativement la composition des cendres des graines et de la paille du colza :

	Graine.	Paille.
Potasse	25,18	8,13
Soude	»	19,82
Chaux	12,91	20,05
Magnésie	11,39	2,56
Oxydé de fer	0,62	
Acide phosphorique	45,95	4,76
Acide sulfurique	0,53	7,60
Acide carbonique	2,20	16,81
Chlore	0,11	19,93
Silice	1,11	0,84
	100,00	100,00

(M. RAMMELSBERG.)

LINÉES.

LINUM USITATISSIMUM (*Lin*).

La graine a dans cette plante une importance relative bien moindre que la tige; cependant, en Livonie, on cultive le lin seulement pour la graine : on retire de cette graine l'*huile de lin* (voy. tome V, p. 417), et par la mouture de ces mêmes graines la *farine de lin* employée comme émollient. Les graines fournissent de 12 à 22 pour 100 d'huile; mais

Digitized by Google

elles en renferment en moyenne 33 à 34 pour 100, comme le montrent ces analyses :

		Graines d'été.	Graines d'hiver.
Huile	39,0	33,96	35,60
Matières organiques non azotées	19,0	59,48	58,04
Matières organiques azotées	20,5		
Ligneux	3,2		
Phosphates et autres sels	6,0	3,96	3,56
Eau	12,3	2,60	2,70
	100,0	100,00	100,00
	(M. Boussingault.)		(M. Moride.)

Le tourteau de lin est plus riche en azote que celui du colza; il en renferme environ 6 pour 100; il est très recherché par les bestiaux et sert comme engrais puissant; il contient :

Huile	12,0
Matières organiques	70,0
Substances minérales	7,0
Eau	11,0
	100,0

(MM. Girardin et Soubeiran.)

Les cendres de la graine de lin sont composées de :

Potasse	25,9
Soude	1,3
Chaux	26,0
Magnésie	0,2
Oxyde de fer	3,7
Acide phosphorique	40,1
Acide sulfurique	1,0
Chlore	0,9
Silice	0,9
	100,0

(M. Leuchtenweiss.)

La farine de graine de lin est douce et grasse au toucher; elle ne donne pas de coloration avec une dissolution iodée. On l'a employée quelquefois pour falsifier la farine de seigle; mais en examinant au microscope le mélange suspect additionné de quelques gouttes d'une dissolution de potasse, on aperçoit de très petits fragments carrés, colorés en rouge, provenant de l'enveloppe de la graine de lin : ce qui permet de reconnaître la fraude (M. Donny.)

Digitized by Google

La farine de lin est elle-même falsifiée tantôt avec du tourteau de lin, tantôt avec des substances tout à fait étrangères. Le meilleur moyen de reconnaître cette fraude est d'épuiser la masse par l'éther et d'extraire ensuite par évaporation l'huile qui a été dissoute : le rendement de la farine en huile permet de juger de sa pureté, en sachant que la farine de lin donne en moyenne de 33 à 35 pour 100 d'huile.

MALVACÉES.

THEOBROMA CACAO (*Cacaotier*).

Les amandes de cet arbre contiennent une assez grande quantité de matières azotées et de matières grasses, qui donnent au *cacao* ses propriétés nutritives. On retire des amandes fraîches 45 à 50 pour 100 de cacao sec, qui, après une légère torréfaction, est employé à fabriquer le chocolat. Des graines de cacaotier *montaraz* (Nouvelle-Grenade), non dépouillées de leur coque, ont donné à l'analyse :

Beurre de cacao	44
Albumine	20
Théobromine	2
Matières cristallines très amères	traces
Acide cristallisé, gomme	6
Amidon et cellulose	13
Substances minérales	4
Eau	11
	100

(M. BOUSSINGAULT.)

Comme on le voit, ces graines renferment vingt à vingt-cinq fois plus de matières grasses que les farines des céréales, et sont même plus riches en matières azotées. Nous avons étudié précédemment le beurre de cacao et la théobromine.

Les cacaos de bonne qualité, débarrassés de leurs enveloppes et tels qu'ils sont livrés au commerce, présentent, avant la torréfaction, la composition moyenne suivante :

Beurre de cacao	52
Albumine, fibrine et autre matière azotée	20
Théobromine	2
Amidon	10
Cellulose	2
Matière colorante, essence aromatique	traces
Substances minérales	4
Eau	10
	100

(M. PAYEN.)

Digitized by Google

Ils laissent, après la combustion, des cendres formées de :

Potasse	33,4
Chaux	11,0
Magnésie	17,0
Acide phosphorique	29,6
Acide sulfurique	4,5
Acide carbonique	1,0
Chlore	0,2
Silice	3,3
	100,0

(M. LETELLIER.)

LÉGUMINEUSES.

Les graines des plantes de cette famille constituent un des aliments végétaux les plus nourrissants : elles sont plus riches, en substances azotées et en matières grasses, que les céréales ; leur culture est plus simple, elles ne sont pas sujettes aux maladies, et sont d'un prix peu élevé.

Les substances azotées qu'on y rencontre sont différentes de celles qui se trouvent dans les céréales ; aussi la farine des légumineuses est impropre à la fabrication du pain, à cause de l'absence du gluten. Le principe azoté particulier à ces graines est la *légumine*, dont nous avons étudié précédemment les propriétés.

Nous avons vu que la farine des légumineuses était quelquefois mélangée frauduleusement à de la farine de blé, et nous avons indiqué comment, d'après certaines propriétés de la légumine, on peut reconnaître cette falsification.

Nous donnerons seulement ici un tableau de la composition des diverses légumineuses et de l'analyse des cendres qu'elles laissent par la calcination.

Digitized by Google

COMPOSITION IMMÉDIATE DES PRINCIPALES LÉGUMINEUSES.

LÉGUMINEUSES.	MATIÈRES azotées, LÉGUMINE, etc.	MATIÈRES GRASSES.	AMIDON, DEXTRINE et SUCRE.	CELLULOSE.	SELS MINÉRAUX.	EAU.	OBSERVATEURS.
Féveroles	30,80	1,90	48,30	3,00	3,50	12,50	(M. PAYEN.)
Fèves ordinaires	24,40	1,50	51,50	3,00	3,60	16,00	
Fèves vertes (desséchées)	29,05	2,00	55,85	1,05	3,65	8,40	
Haricots blancs (ordinaires)	25,50	2,80	55,70	2,90	3,20	9,90	
Haricots flageolets (desséchés)	27,00	2,60	60,00	2,00	3,30	5,10	
Lentilles	25,20	2,60	56,00	2,40	2,30	11,50	
Pois secs	23,80	2,10	58,70	3,50	2,10	9,80	
Pois cassés	25,40	2,00	58,50	1,90	2,50	9,70	
Vesces	27,30	2,70	48,90	3,50	3,00	14,60	(M. BOUSSINGAULT.)

Digitized by Google

Cendres des graines de légumineuses.

	Fèves.	Haricots.	Pois.	Lentilles.	Vesces.
Potasse	20,8	49,1	35,3	27,84	30,57
Soude	19,0	»	2,5	10,80	10,81
Chaux	7,3	5,8	10,1	5,07	4,75
Magnésie	8,8	14,5	11,9	1,90	8,49
Oxydes de fer et de manganèse	1,0	traces	traces	1,61	0,75
Acide carbonique	»	3,3	0,5	15,83	»
Acide phosphorique	37,9	26,8	30,1	29,07	38,05
Acide sulfurique	1,3	1,3	4,7	»	4,10
Chlore	1,5	0,1	1,1	3,78	1,21
Silice	4,0	1,0	1,5	1,07	2,01
Charbon et perte	»	1,1	2,3	3,03	»
	(M. Bichon.)		(M. Boussingault.)	(M. Lewy.)	

RUBIACÉES.

COFFEA ARABICA (*Caféier*).

Les principes que l'on extrait du café, la *caféine*, la *caféone*, ont été étudiés précédemment (tome IV, p. 448); il nous reste seulement à donner la composition de cette graine :

Légumine, caféine, etc.	10,000
Caféine libre	0,800
Caféine azotée	3,000
Substances grasses	13,000
Glucose, dextrine, acide végétal indéterminé	15,500
Chloroginate de potasse et de caféine	5,000
Huile essentielle concrète insoluble	0,001
Essence aromatique soluble à odeur suave	0,002
Cellulose	34,000
Substances minérales : potasse, magnésie, chaux ; acides phosphorique, silicique, sulfurique ; chlore	6,697
Eau	12,000
	100,000

(M. Payen.)

La liqueur qu'on obtient en faisant digérer avec de l'eau le café non torréfié prend une coloration vert-émeraude sous l'influence de l'air, si l'on ajoute quelques gouttes d'ammoniaque. Cette réaction paraît due à l'acide chloroginique.

Digitized by Google

Une infusion de café torréfié contenant 10 grammes de café moulu pour 100 grammes d'eau a une teinte fauve qui, par l'addition du sulfate de peroxyde de fer, devient trouble et d'un vert brunâtre. Cette réaction permet de distinguer l'infusion de café pur de celle qu'on obtient avec la racine torréfiée de chicorée sauvage : cette dernière infusion ne se trouble pas par l'addition du sel de fer. (M. Lassaigne.)

On reconnaît encore la falsification du café par la chicorée, en mélangeant la poudre suspecte avec dix fois son poids d'eau aiguisée de $\frac{1}{20}$ d'acide chlorhydrique : la poudre de café pur surnage en grande partie, et le liquide se colore peu ; tandis qu'on obtient une forte coloration brune et un dépôt abondant au fond du tube qui sert à l'expérience, s'il y a une certaine quantité de chicorée.

Le café donne environ 3,19 pour 100 de cendres renfermant :

Potasse	50,4
Chaux	8,6
Magnésie	10,0
Acide carbonique	15,3
Acide phosphorique	12,3
Acide sulfurique	1,2
Chlore	1,1
Silice	1,1
	100,0

(M. Letellier.)

On peut remarquer encore que les cendres de café pur contiennent 70 pour 100 de parties solubles, tandis qu'on n'en trouve que 17 pour 100 dans les cendres de chicorée. (M. Payen.)

Digitized by Google

ÉTUDE DU SOL.

On désigne sous le nom de *sol*, ou *terre arable*, les parties de la couche superficielle de la terre, où les végétaux peuvent se développer.

Les sols arables sont des mélanges de substances minérales pulvérulentes et de matières organiques en partie décomposées.

Pour se rendre compte de la formation de cette couche labourable, il faut remonter à l'époque des grandes révolutions du globe. Nous avons vu, dans les notions de géologie exposées au commencement de cet ouvrage, comment s'étaient formés les terrains cristallins ou roches, les terrains sédimentaires, d'alluvion, volcaniques. Ces terrains ont été ensuite soumis à diverses influences mécaniques et chimiques, qui ont déterminé leur désagrégation complète. Parmi ces influences, il faut citer : les soulèvements intérieurs, la force expansive de l'eau qui se congèle ou se vaporise; puis l'action chimique de cette eau, qui, pénétrant par les crevasses à de grandes profondeurs où la haute température a favorisé son action dissolvante, est revenue ensuite à la surface du sol, et a réagi sur les roches par les agents chimiques qu'elle avait entraînés; enfin l'action des pluies, qui enlèvent peu à peu les particules des roches, et celle de l'air, dont l'acide carbonique, se combinant avec les bases de certains silicates, met la silice en liberté.

Les divers produits de cette désagrégation des roches restent parfois à leur surface, et servent alors de support à certaines plantes; mais ordinairement, ils sont entraînés par les vents et les pluies dans les vallées, où ils forment des dépôts sédimentaires de nature différente.

On doit attribuer la différence qui existe entre ces dépôts, d'abord à la diversité de composition des roches; en second lieu, à ce que les substances qui ont été entraînées ou dissoutes par l'eau ont dû, suivant leur densité ou leur solubilité, se déposer à des distances plus ou moins grandes des roches dont elles provenaient. Néanmoins il existe toujours une relation plus ou moins marquée entre la composition de ces roches et celle de la terre arable résultant de leur désagrégation. En effet, les granits ont produit des terres renfermant de la silice, de l'alumine, de la chaux, de la magnésie, de la potasse et de l'oxyde de fer; les quartz n'ont fourni que du sable; les schistes argileux, des argiles; la craie, des couches de calcaire.

La végétation, de son côté, a contribué à la production des terres arables. Dès que la surface des roches a été recouverte d'une couche assez épaisse de matières inorganiques pulvérulentes, les mousses et les lichens ont pu s'y développer et y ont végété normalement. Les débris de ces premières plantes, mêlés à la poussière minérale, ont formé alors

Digitized by Google

une couche de terre propre à nourrir des végétaux plus vigoureux, mais qui empruntaient encore la majeure partie de leurs éléments à l'air atmosphérique. Les détritus de cette seconde végétation ont à leur tour augmenté l'épaisseur de cette couche cultivable ; et ces accroissements successifs ont formé un sol arable, sur lequel les végétaux de la plus grande espèce peuvent se développer.

Enfin l'homme a modifié la composition de ces sols primitifs, soit en les mélangeant entre eux, soit en les additionnant de débris de plantes ou d'excréments d'animaux.

L'épaisseur de la couche de terre arable varie depuis quelques centimètres jusqu'à un mètre et plus. La couche située au-dessous forme le *sous-sol*. Le sous-sol est donc, dans les cas des formations les plus simples, la roche primitive dont la surface a été convertie en terre végétale.

Quelques agronomes donnent le nom de *sous-sol* à une couche dont la composition diffère complétement de celle de la terre arable, et qui repose ordinairement sur une couche imperméable à l'eau. Ainsi M. de Gasparin distingue : le *sol actif*, c'est la couche superficielle destinée à la culture; le *sol inerte*, qui n'est pas entamé par les travaux agricoles et qui offre la même composition que la couche précédente; le *sous-sol*, dont la composition minérale est tout à fait différente, c'est la couche comprise entre le sol inerte et la *couche imperméable :* cette dernière couche, ordinairement argileuse, supporte directement le sol arable, quand le sous-sol n'existe pas.

Les couches inférieures influent sur quelques-unes des propriétés du sol arable, principalement sur son état de sécheresse ou d'humidité.

La nature du sous-sol, en nommant ainsi la couche sur laquelle repose la terre arable, est assez importante à considérer pour l'agriculteur. En effet, dans le cas où la composition du sous-sol est analogue à celle du sol arable, on peut, si cela est nécessaire, augmenter la profondeur de ce dernier en empruntant au sous-sol par des labours profonds. Quelquefois aussi, la couche superficielle pourra être rendue plus favorable à la culture, en la mélangeant avec le sous-sol, si celui-ci offre une composition différente : c'est ainsi qu'un sol argileux pourra être amélioré, s'il est supporté par un sous-sol sablonneux, par un mélange convenable des deux couches.

Avant de faire connaître la classification des différents sols arables, il faut remarquer qu'on n'y rencontre, en fait de substances minérales, que du sable, de l'argile, du calcaire, un peu d'oxyde de fer, et quelquefois de la magnésie ; à ces principes vient se joindre l'*humus*, qui constitue la partie organique du sol.

Digitized by Google

Le sable, l'argile, le calcaire, pris isolément, sont de très mauvais terrains de culture : la trop grande consistance de l'argile doit être diminuée par l'addition du sable, dont la porosité pourrait être nuisible, si l'on ne faisait intervenir le calcaire; celui-ci absorbe l'eau, que l'argile compacte retient à la surface, et que le sable laisse trop facilement écouler. Il paraît, d'après de nombreuses expériences, que les meilleurs terrains sont ceux qui réunissent à peu près en parties égales ces trois principes minéraux, auxquels il faut toutefois que le principe organique, l'humus, soit aussi mélangé.

Les sols que nous présente la nature sont presque toujours, du reste, des mélanges de ces divers principes ; c'est d'après leurs proportions relatives qu'on a établi la division suivante, que nous empruntons à l'excellent ouvrage de MM. Girardin et du Breuil :

Sols sablonneux	Sol de sable pur, Sol quartzeux, Sol volcanique, Sol sablo-argileux, Sol sablo-argilo-ferrugineux, Sol sablo-humifère.
Sols argileux.	Sol d'argile pure, Sol argilo-ferrugineux, Sol argilo-sablonneux, Sol argilo-calcaire.
Sols calcaires.	Sol crayeux, Sables calcaires, Sol tufeux, Sol marneux.
Sols magnésiens	»
Sols humifères.	Sol tourbeux, Sol marécageux.

SOLS SABLONNEUX.

La silice prédomine dans ces terrains ; elle s'y trouve presque toujours mélangée avec de petites quantités d'argile et de calcaire, et est colorée en général en brun, en jaune ou en gris par l'humus et l'oxyde de fer. Ces terrains sont peu consistants, perméables et s'échauffent très facilement; ils exigent une plus grande quantité de fumier que les autres terres : on les reconnaît au dépôt considérable de sable qu'on obtient en les délayant dans l'eau.

Si le sable pur constitue un sol végétal à peu près infertile, il est bon d'observer néanmoins que la silice paraît indispensable à la végétation :

Digitized by Google

on en retrouve en effet toujours dans les cendres des plantes, et surtout dans les feuilles; la silice forme des concrétions aux nœuds des graminées; elle constitue presque seule le squelette des végétaux. On conçoit qu'elle ait pu y être introduite, en observant que les eaux de nos sources en renferment presque toujours, ce qui prouve que la silice peut se rencontrer dans un état où elle est légèrement soluble. Mais son peu de solubilité empêche qu'elle ne soit dissoute et entraînée de nouveau, une fois qu'elle s'est déposée; c'est pour cela que la proportion de silice que renferment les végétaux augmente avec leur âge.

Sol de sable pur. — Cette variété de sol ne se rencontre que sur les bords de la mer, où elle forme les *dunes :* elle est peu estimée des cultivateurs, car elle réunit tous les inconvénients des sols sablonneux en général. Le sable, en raison de sa forme granuleuse, ne retenant pas l'eau, les racines des plantes qu'on y cultive se dessèchent promptement. La facile circulation de l'air dans un pareil sol, et son état de division, le rendent impropre à absorber et à conserver les principes fertilisants de l'atmosphère et des engrais : aussi l'on ne peut y cultiver que des plantes prenant directement à l'atmosphère, au moyen de leurs organes aériens, les principes qui leur sont nécessaires.

Les pins, les genêts, réussissent bien dans le sable pur, et il est même indispensable d'avoir recours aux plantations de ces végétaux ou à l'*engazonnement*, pour arrêter la marche envahissante des sables mouvants dans certains pays. Le sol acquiert dans ce cas un peu de consistance, parce que la terre végétale est retenue à sa surface.

Sol quartzeux. — Le quartz constitue presque exclusivement ce sol, qui prend les noms de sol *caillouteux*, *graveleux* ou *granitique*, selon la grosseur des fragments de silice qu'on y rencontre. Ces sols sont d'ailleurs peu favorables à la culture.

Le sol granitique est le plus souvent complétement stérile ; mais quelquefois le granit est feldspathique, comme dans les prairies de Pompadour par exemple, le sol présente alors une grande fertilité.

La vigne, les arbres verts, et surtout les châtaigniers, viennent parfaitement bien dans les sols quartzeux.

Sol volcanique. — Les terrains volcaniques sont en général noirs et pulvérulents. Parfois aussi ils présentent une teinte rougeâtre ou grisâtre, due à la forte proportion de ponce qu'ils renferment. On leur donne alors le nom de *tufs ponceux*. Bien qu'un pareil sol ne contienne pas la moindre trace de matières organiques, il se fait remarquer par sa fécondité : cela tient à la grande quantité d'alcalis qu'il renferme.

Digitized by Google

Sol sablo-argileux. — Ce sol est un des plus féconds et des plus faciles à cultiver. Il se trouve ordinairement dans les vallées et sur les bords des rivières.

Les sols sablo-argileux qui offrent le plus de fertilité sont les terrains d'alluvion submergés par les eaux à l'époque des crues. Cette fertilité est due surtout à la couche, souvent très épaisse, de limon argileux qui les recouvre, et à la grande quantité de débris organiques que les eaux laissent déposer à la surface de ces terrains. C'est ce qui a lieu pour les rives du Nil, de la Loire, de la Seine, en un mot pour tous les terrains submersibles.

Sol sablo-argilo-ferrugineux. — L'aridité de ce sol tient principalement à la facilité avec laquelle les particules qui le constituent s'agglomèrent en *poudingues* compactes. On n'y fait en général que des plantations de bouleaux et de châtaigniers.

Sol sablo-humifère. — On désigne également ce sol sous le nom de *terre de bruyère;* il est composé d'un sable plus ou moins ferrugineux et de terreau provenant de la destruction des bruyères, des genêts ou d'autres plantes renfermant beaucoup de fer et de tannin.

La terre de bruyère n'est pas très avantageuse pour les grandes cultures, à cause de sa faible consistance et de son peu de profondeur. De plus, elle s'échauffe facilement en été, et devient fort aride. On ne l'emploie que pour certaines plantes cultivées dans les jardins.

SOLS ARGILEUX.

Les sols argileux sont tout à fait opposés aux terrains siliceux. Ils absorbent l'eau abondamment, et l'espèce de pâte qui se forme alors se dessèche difficilement et est en quelque sorte imperméable. Aussi les terres qui contiennent une trop forte proportion d'argile sont parfois inondées; elles sont froides et ne peuvent guère être cultivées qu'au printemps. La grande compacité de ces terrains les rend d'une culture difficile ; ils adhèrent fortement aux instruments aratoires, et le labour les partage seulement en grosses mottes consistantes, qui se prêtent peu à l'ensemencement; l'agriculteur doit employer tous les moyens propres à diviser ces sols, à y faciliter l'écoulement des eaux. Les terres fortement argileuses doivent recevoir une forte proportion d'engrais, surtout à cause de cette propriété particulière qu'elles possèdent d'absorber et de retenir les gaz, l'oxygène de l'air, par exemple, et surtout les vapeurs ammoniacales, ce qui neutralise l'action de la première dose d'engrais qu'on y introduit ; mais bientôt, sous l'influence de l'eau et d'un excès d'engrais, ces vapeurs ammoniacales se dégagent et les plantes peuvent se les assimiler.

Digitized by Google

Les sols argileux se distinguent par leur consistance, leur propriété de happer à la langue et leur coloration brune, jaune ou rouge.

Sol d'argile pure. — Ce n'est point, à proprement parler, un sol arable ; une pareille terre, qui contient plus de 85 pour 100 d'argile, ne peut être employée directement par l'agriculteur ; il est peu probable que les plantes puissent y germer, et d'ailleurs les frais de culture seraient très supérieurs au rendement. Mais cette argile peut être employée pour augmenter la consistance de terres trop sablonneuses, par exemple. Ainsi, dans certains pays, on répand sur ces sols sablonneux une eau renfermant de l'argile en suspension ; cette opération prend le nom de *colmatage*.

Sol argilo-ferrugineux. — Ce sol offre diverses variétés colorées en noir, en rouge ou en jaune ; une légère calcination leur fait prendre la teinte rouge du peroxyde de fer. Les terres jaunes surtout ont fort peu de valeur ; une assez grande proportion d'humus peut les rendre cultivables.

Sol argilo-sablonneux. — Ce qui distingue ce sol du sol sablo-argileux étudié précédemment, c'est que l'argile s'y trouve en proportion beaucoup plus grande que le sable. Il existe deux variétés de sol argilo-sablonneux : les *terres fortes*, convenant aux arbres, surtout à ceux qui donnent des bois blancs ; elles sont souvent froides et donnent des produits inférieurs.

Les *terres franches*, au contraire, sont très fertiles ; presque tous les végétaux y prospèrent : elles renferment quelquefois jusqu'à 20 pour 100 de calcaire. C'est principalement cette variété qui se rapproche du sol sablo-argileux, dont nous avons signalé la fertilité, quand le limon y apporte l'élément calcaire ; mais l'excès de sable lui enlève de la consistance : aussi forme-t-il les *loams inconsistants*, tandis que les terres franches constituent les *loams meubles*.

Sol argilo-calcaire. — Le carbonate de chaux qu'on rencontre dans ce sol le distingue des autres terres argileuses ; il varie d'ailleurs beaucoup dans sa composition. Cette variété comprend : les terres *argilo-calcaires argileuses*, qui renferment plus de la moitié de leur poids d'argile, et qui sont un peu trop consistantes ; et les terres *argilo-calcaires calcaires :* celles-ci sont plus fertiles, elles doivent être rangées parmi les sols calcaires.

On obtient avec les sols argilo-calcaires de bonnes prairies naturelles ; on y cultive même quelques céréales avec avantage, quand il n'y a pas trop d'humidité, car l'eau retenue par l'argile délaie le terrain et forme une sorte de bouillie.

Digitized by Google

SOLS CALCAIRES.

Le principe qui caractérise ces sols est le carbonate de chaux qui leur donne une couleur blanchâtre et les rend assez friables. Sans être tout à fait improductifs, ils ne deviennent réellement propres à la culture qu'après avoir été mélangés avec d'autres parties du sol ; ils sont alors faciles à cultiver, comme on le voit en Champagne et dans le midi de la France. Mais ils se dessèchent facilement, et restent toujours assez froids, leur couleur blanche les empêchant de s'échauffer.

Le calcaire produit cependant d'excellents effets en agriculture : il agit mécaniquement en divisant les terres trop sablonneuses ou trop argileuses, et de plus, en raison de sa porosité, il absorbe les gaz de l'atmosphère et peut déterminer la production des azotates ; enfin il fournit aux plantes dont la croissance est rapide la chaux qui leur est nécessaire.

Sol crayeux. — Ce sol, qui renferme 80 à 95 pour 100 de craie, et constitue ce qu'on pourrait appeler un sol calcaire pur, est presque infertile. Il est trop friable, froid et exige une grande quantité d'engrais. Néanmoins, lorsqu'il repose sur un sous-sol imperméable, il peut devenir assez productif; il est d'ailleurs très facile à travailler.

Sables calcaires. — On désigne sous ce nom une variété de sol calcaire, composée de grains assez petits de silice mélangée à de la craie. Les sables calcaires ont sur le sol précédent l'avantage de ne pas se délayer par l'action de l'eau et de s'échauffer plus facilement à cause de leur coloration : principalement convenables pour la culture des mûriers et de la vigne, ils deviennent propres à la culture des céréales, quand une certaine proportion d'argile et de craie pulvérulente augmente leur consistance.

Sol tufeux. — Le sol tufeux est formé par une variété de carbonate de chaux très compacte et employée surtout comme pierre à bâtir. Il sert le plus généralement de sous-sol aux terrains calcaires : lorsqu'il forme la couche superficielle, il exige un labour profond et répété, beaucoup d'engrais, et reste toujours un terrain désavantageux, sauf peut-être pour la vigne.

Sol marneux. — Composé d'argile et de craie, le sol marneux se rapproche beaucoup des terrains argilo-calcaires ; le mélange est ici plus intime et la consistance beaucoup moindre : ce sol est d'ailleurs peu fertile et n'est pas employé d'une manière directe par l'agriculteur ; mais il sert avantageusement à l'amélioration de certains terrains, comme nous le verrons en parlant du *marnage*.

Digitized by Google

SOLS MAGNÉSIENS.

Le carbonate de magnésie, qui caractérise ces sols, absorbant beaucoup plus d'eau que le carbonate de chaux, rend les terrains magnésiens plus liants et plus légers que les terrains calcaires; la magnésie donne en général de la fécondité au sol, comme on le voit dans la vallée du Nil et sur certaines terres du Languedoc. Mais lorsque ces sols sont constitués par des débris de roches dolomitiques, comme cela se rencontre en Angleterre, en Allemagne et en Italie, la cohésion des terrains, la grande quantité d'oxyde de fer qui s'y trouve, les rendent presque stériles : moins on n'y rencontre que des arbustes et des buissons.

SOLS HUMIFÈRES.

Les matières organiques dominent dans les sols de cette classe, et le plus souvent, il est nécessaire d'y introduire artificiellement des principes minéraux. Les végétaux abandonnés dans l'intérieur du sol par suite d'enfouissements naturels, comme dans les forêts de l'Amérique, ou qui y ont été introduits à dessein, se décomposent peu à peu et constituent l'*humus* ou le *terreau*. Les principes assimilables de cette matière complexe sont enlevés par les plantes, il ne reste alors que les détritus des végétaux, et ce résidu, appelé *pourri*, ne joue plus qu'un rôle purement mécanique; il ameublit le sol, et le rend perméable à l'air et très apte à l'assimilation des principes provenant des engrais qu'on y introduira ultérieurement.

La composition du terreau varie selon la nature des plantes qui ont servi à le former; les plantes tannifères donnent un *terreau acide*, tandis que celles qui ne renferment pas de tannin donnent un *terreau doux* plus favorable à la culture.

Les principes organiques que l'on trouve dans le terreau sont l'*acide ulmique* libre ou combiné, et formant alors des ulmates solubles qui sont absorbés par les plantes pendant la végétation (MM. Soubeiran et Malaguti). Enfin on en retire encore une substance noire soluble dans l'eau et nommée *extrait de terreau;* c'est à cette matière que l'humus doit sa coloration.

L'extrait de terreau, quoique soluble dans les alcalis, ne doit pas être confondu avec l'acide ulmique : il fonctionne dans l'acte de la végétation, en contribuant à échauffer rapidement le sol qui le contient, en absorbant l'eau hygrométrique, en s'appropriant les éléments de l'atmosphère et ceux des engrais, pour constituer des composés ammoniacaux dont les végétaux s'assimilent facilement l'azote; et enfin en donnant naissance à de l'acide carbonique que l'eau dissout. Dans cet état, l'acide

Digitized by Google

carbonique favorise le premier développement des plantes qui n'ont pas encore de feuilles ; il détermine la dissolution des phosphates insolubles, il convertit en bicarbonates solubles les carbonates terreux insolubles, et les dispose ainsi à fournir aux plantes les principes magnésiens et calcaires qui leur sont essentiels.

Le sol qui contient l'extrait de terreau, l'humus, peut être considéré comme un réservoir qui absorbe les principes fertilisants, et les abandonne successivement aux végétaux dans l'état qui convient le mieux à l'assimilation.

On peut supposer, en outre, que le terreau contient une substance organique comparable, par sa nature, aux ferments, et qui, en agissant par sa présence, détermine les phénomènes d'assimilation.

Sol tourbeux. — La tourbe, qui forme la plus grande partie de ce sol, provient de la décomposition des plantes aquatiques, comme nous l'avons dit précédemment en traitant des propriétés générales des combustibles. On retrouve dans la tourbe, des débris de végétaux non décomposés et des substances minérales, qui sont le plus généralement de la silice, des carbonate, sulfate, phosphate de chaux ; de l'argile, du phosphate d'alumine et de l'oxyde de fer. La proportion de matières minérales varie selon les espèces de tourbes, comme le montrent les résultats suivants :

ORIGINE DES TOURBES.	MATIÈRES MINÉRALES.	MATIÈRES ORGANIQUES.
Vassy	7,2	92,8
Forges-les-Eaux	7,7	92,3
Bordeaux	8,5	91,5
Ham	11,7	88,3
Château-Landon	15,0	85,0
Clermont	17,4	82,6
Crouy, près Meaux	18,8	81,2

Le sol tourbeux est ordinairement d'un aspect brun foncé, d'une consistance spongieuse et élastique. Il reste plus frais en été et plus chaud en hiver que les terrains d'une autre espèce, parce qu'il s'échauffe et se refroidit très lentement. Il est assez peu fertile et il est souvent préférable de l'exploiter seulement comme combustible. Ces terrains tourbeux sont toujours acides, et renferment beaucoup de sels de fer ; c'est pour cela qu'il est indispensable de les mélanger avec de la chaux vive ; ils doivent être améliorés en outre par le desséchement et l'addition d'argile et de sable. Le sol tourbeux n'est pas très riche en humus, il ren-

Digitized by Google

ferme surtout cette partie du terreau que nous avons désignée sous le nom de pourri. Le meilleur emploi qu'on puisse faire des terrains tourbeux, est de les transformer en prairies perpétuelles, comme cela a lieu en Écosse, où on laisse se décomposer sur le sol la seconde récolte annuelle de foin. Néanmoins, en Alsace, le houblon et la garance sont cultivés avantageusement sur les sols tourbeux.

Sol marécageux. — On ne peut compter sur une récolte suivie dans un pareil sol, qui est submergé pendant une partie de l'année par des eaux stagnantes, et si l'on veut l'utiliser, il faut changer complétement sa nature par des procédés convenables de desséchement : les anciens marais, ainsi transformés en terrains cultivables, deviennent très fertiles, surtout s'ils renferment une assez grande proportion de calcaire ; c'est ce qui a lieu pour les *palus*, du département de Vaucluse, qui fournissent de belles récoltes de garance.

Sur les bords de la mer, ou des rivières dans lesquelles reflue l'eau salée, certains terrains marécageux produisent, lorsqu'ils ne sont plus couverts par les eaux, des pâturages très estimés pour les animaux dont la viande doit servir à l'alimentation : la Normandie et la Charente-Inférieure possèdent beaucoup de ces prairies.

Les caractères si variés que présentent les divers sols arables rendent assez difficile l'examen complet d'un terrain, des qualités et des inconvénients qu'il présente, de sa fertilité, des moyens d'amélioration qu'il convient de lui appliquer. Il faut, pour se guider dans cette appréciation, bien connaître le rôle du sol par rapport aux végétaux, rôle dont l'importance a été établie par l'étude des phénomènes chimiques de la végétation. Le sol, qui doit supporter les plantes et permettre le développement de leurs racines, cède aux végétaux les principes assimilables qu'il contient ; il reçoit l'eau et absorbe les gaz de l'atmosphère nécessaires à la nourriture des végétaux ; c'est dans le sol que se conserve, pour ainsi dire, la chaleur qu'il reçoit du soleil, et qui se répartit ensuite aux plantes selon la conductibilité et la porosité plus ou moins grandes de ce sol. On voit donc qu'il est nécessaire, pour apprécier la valeur d'un terrain, de reconnaître par l'analyse chimique les éléments qui le constituent, et d'étudier les propriétés physiques, dont l'influence n'est pas moins grande; nous allons commencer par l'étude de ces dernières propriétés.

Digitized by Google

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DU SOL.

L'étude des sols arables nous fournit diverses preuves de l'influence que peuvent avoir, sur la végétation, les propriétés physiques d'un sol. En effet, nous avons dit qu'il était très avantageux de trouver réunis dans un même terrain l'argile, le sable et le calcaire ; or, le rôle chimique de ces principes, et surtout celui du sable et de l'argile, est d'une faible importance ; mais c'est en diminuant la consistance du sol que le sable améliore un terrain argileux, et l'introduction du calcaire a surtout pour but d'augmenter sa porosité et sa faculté d'imbibition : les propriétés physiques seules se trouvent modifiées ; de même, nous avons fait observer que le calcaire pur était un sol froid ; ce défaut tient à sa couleur blanche qui rend son pouvoir absorbant pour la chaleur très faible ; aussi avons-nous vu qu'un des avantages des sables calcaires sur le sol crayeux était de s'échauffer plus facilement.

Il est donc indispensable de signaler et d'évaluer comparativement dans les divers sols, leur densité, leur consistance, leur aptitude à absorber l'eau, la chaleur, etc.

Cette étude a été l'objet d'un travail important, dû à M. Schübler, dont nous donnerons ici les résultats les plus importants.

Densité des terres. — On l'a déterminée en employant la *méthode du flacon ;* les résultats obtenus ne sont pas d'une rigueur absolue, à cause de la présence de certaines parties solubles, mais ils permettent d'apprécier comparativement les densités des divers sols, et donnent des renseignements utiles : ainsi on voit, d'après des résultats obtenus, qu'il sera permis de supposer qu'une terre, d'une densité très faible, est riche en humus, tandis qu'une densité considérable fera présumer qu'elle renferme beaucoup de sable.

Nous joignons à la liste des densités des terres sur lesquelles ont été faites les expériences de M. Schübler, le poids obtenu en comprimant la terre sèche ou humide dans un moule d'une capacité déterminée.

Digitized by Google

NATURE DES TERRES.	DENSITÉ.	POIDS DU LITRE DE TERRE COMPRIMÉE	
		SÈCHE.	HUMIDE.
		kil.	kil.
Sable calcaire	2,822	2,085	2,605
Sable siliceux	2,753	2,044	2,494
Argile maigre	2,701	1,799	2,386
Argile grasse	2,652	1,621	2,194
Argile pure	2,591	1,376	2,126
Terre arable du Jura	2,526	1,731	2,126
Terre calcaire fine	2,468	1,006	1,758
Terre d'Hoffwyll	2,401	1,537	2,180
Gypse	2,358	1,676	2,350
Terre de jardin	2,332	1,499	1,744
Humus	1,225	0,632	1,428

Imbibition des terres par l'eau. — La quantité d'eau que peut retenir un sol est importante à connaître, car plus elle est considérable, moins l'effet de l'évaporation se fait sentir; cela influe donc beaucoup sur la fraîcheur plus ou moins grande de la terre. On a mesuré cette faculté de retenir l'eau en délayant avec de l'eau 20 grammes de terre desséchée à 40 degrés, puis recueillant sur un filtre, préalablement mouillé et pesé, la pâte liquide ainsi formée, et la laissant égoutter complétement : l'augmentation de poids du filtre représente évidemment l'eau absorbée.

Les nombres obtenus ainsi permettent de trouver les quantités d'eau et de terre contenues dans un litre de terre mouillée, dont on connaît d'ailleurs le poids par le tableau précédent.

Voici les résultats des recherches de M. Schübler :

NATURE DES TERRES.	EAU ABSORBÉE par 100 parties de terre.	1 LITRE DE TERRE MOUILLÉE CONTIENT	
		EAU.	TERRE.
		kil.	kil.
Sable siliceux	25	0,499	1,995
Gypse (à l'état hydraté)	27	0,501	1,855
Sable calcaire	29	0,582	2,031
Argile maigre	40	0,682	1,654
Terre arable du Jura	48	0,689	1,437
Argile grasse	50	0,730	1,464
Terre d'Hoffwyll	52	0,745	1,435
Argile pure	70	0,875	1,251
Terre calcaire fine	85	0,808	0,950
Terre de jardin	89	0,821	0,923
Humus	190	0,935	0,493

Digitized by Google

Ténacité, adhérence des terres. — La facilité avec laquelle on peut travailler un sol dépend de sa consistance et de la force avec laquelle il adhère aux instruments aratoires ; il est donc nécessaire pour l'agriculteur de connaître ces propriétés, de s'assurer, selon l'expression consacrée, si une terre est *forte* ou *légère*, c'est-à-dire pénible ou facile à travailler.

En faisant avec la terre humide une boule de 30 millimètres environ de diamètre et la faisant sécher, la résistance qu'elle offre à l'écrasement entre les doigts permet d'évaluer approximativement sa cohésion relative. (M. Payen.)

Le procédé de M. Schübler conduit à une mesure plus précise de la ténacité d'une terre. On fabrique avec la terre délayée et comprimée dans un moule une brique que l'on dessèche à l'étuve ; on fait reposer cette brique par ses deux extrémités sur deux supports fixes, et l'on suspend par un cordon appliqué suivant la ligne médiane un plateau que l'on charge de poids jusqu'à ce que la brique se rompe ; le poids employé exprime la résistance à la rupture ; on l'a regardé comme mesurant la ténacité. En opérant toujours dans les mêmes circonstances pour les diverses terres et représentant par 100 la ténacité de l'argile, M. Schübler a obtenu pour celle des autres terres les nombres indiqués dans le tableau ci-après.

Voici maintenant comment cet habile physicien a mesuré l'adhérence aux instruments aratoires. Il a pris deux disques de 1 décimètre carré de surface, l'un de fer et l'autre de hêtre ; ce sont les matières employées ordinairement pour fabriquer les instruments aratoires. Il a fixé verticalement à l'extrémité du bras d'une balance le disque qu'il faisait ensuite adhérer avec de la terre humide ; les poids qu'il fallait mettre dans le plateau opposé pour vaincre l'adhérence en ont donné la mesure. Ces poids sont inscrits dans les deux dernières colonnes du tableau suivant :

NATURE DES TERRES.	TÉNACITÉ de la terre sèche.	ADHÉRENCE DE LA TERRE HUMIDE AU FER ET AU BOIS SUR 1 DÉCIM. CARRÉ.	
		FER.	BOIS.
		kil.	kil.
Argile pure	100,0	1,22	1,32
Terre argileuse	83,3	0,78	0,86
Argile grasse	68,8	0,48	0,52
Argile maigre	57,4	0,35	0,40
Terre d'Hoffwyll	33,0	0,26	0,28
Terre du Jura	22,0	0,24	0,27
Humus	8,7	0,40	0,42
Terre de jardin	7,6	0,29	0,34
Gypse	7,3	0,49	0,53
Terre calcaire fine	5,0	0,65	0,71
Sable siliceux	0,0	0,17	0,19
Sable calcaire	0,0	0,19	0,20

Digitized by Google

Dessiccation spontanée du sol. — Les sols n'abandonnent pas tous spontanément à l'air, avec une égale facilité, l'eau qu'ils ont absorbée, et cette aptitude à la dessiccation, jointe à l'imbibition du sol, détermine l'état de fraîcheur d'une terre, qualité importante à connaître : pour mesurer cette propriété du sol d'abandonner par évaporation l'eau dont il est humecté, on met sur un plateau la terre présentant son maximum d'imbibition, et l'on mesure la perte de poids qu'a subie au bout de quatre heures ce plateau maintenu à une température de 19 degrés : une dessiccation à l'étuve fait ensuite connaître la quantité d'eau dont la terre était imbibée, et l'on en conclut facilement ce que 100 parties d'eau d'imbibition ont perdu par évaporation. C'est ainsi que l'on a trouvé les nombres rapportés dans le tableau ci-après. Nous avons établi la liste des terrains en commençant par ceux qui se dessèchent le plus facilement, et arrivant en dernier lieu à celui qui retient le plus fortement l'eau ; on voit que c'est l'humus, qu'il est avantageux de mélanger aux terrains agricoles pour y maintenir une humidité convenable.

Le sol éprouve ordinairement par la dessiccation un retrait qui est la cause des crevasses qui s'y produisent : nous avons joint au tableau représentant la dessiccation du sol, les résultats obtenus en mesurant, après une dessiccation à 17 degrés, le volume d'un petit prisme qu'on avait fait avec de la terre humide et dont le volume primitif était connu : la différence des volumes donne le retrait. On remarque qu'il est très considérable pour l'humus, ce qui explique les abaissements et les gonflements qu'on observe dans les terrains tourbeux ; l'argile pure éprouve aussi un retrait considérable. Ce tableau fait voir en outre qu'il n'y a pas toujours corrélation entre l'aptitude à se dessécher et le retrait produit par cette dessiccation : ainsi la terre calcaire fine, qui abandonne presque autant d'eau que l'argile, diminue pourtant très peu de volume en se desséchant. On peut comprendre, en remarquant cette grande différence de retrait entre l'argile et le calcaire, pourquoi la marne, qui est un mélange de ces deux corps, se réduit en poussière au bout de peu de temps ; cette inégalité de retrait doit séparer en effet les molécules les unes des autres.

Le sable siliceux et calcaire, ainsi que le gypse, n'éprouvent aucun retrait.

Digitized by Google

NATURE DES TERRES.	PERTE D'EAU pour 100 D'EAU D'IMBIBITION.	DIMINUTION DE VOLUME pour 1000 parties.
Sable siliceux	88,4	0
Sable calcaire	75,9	0
Gypse	71,7	0
Argile maigre	52,0	60
Argile grasse	45,7	89
Terre arable du Jura	40,1	95
Terre argileuse	34,9	114
Terre arable d'Hoffwyll	32,0	120
Argile pure	31,9	183
Terre calcaire fine	28,0	50
Terre de jardin	24,3	149
Humus	20,5	200

Faculté hygrométrique des sols. — Le degré d'humidité d'un sol ne dépend pas seulement de la quantité d'eau qu'il reçoit ; le sol condense en outre, surtout pendant la nuit, l'humidité de l'atmosphère, et, pendant la sécheresse, c'est seulement par cette absorption que les plantes peuvent trouver l'eau qui leur est nécessaire : cette faculté d'absorber l'humidité de l'air varie suivant les terres, avec leur plus ou moins grande porosité et la quantité de sels déliquescents qu'elles peuvent contenir, etc. Il est facile d'évaluer cette faculté hygrométrique en plaçant dans une atmosphère saturée d'humidité un poids connu de terre sèche, et constatant l'augmentation de poids au bout d'un certain temps. C'est ce qu'a fait M. Schübler en opérant sur 5 grammes de terre étendue sur une surface de 360 centimètres carrés ; il a pesé la terre à divers intervalles et a obtenu les résultats suivants :

NATURE DES TERRES.	QUANTITÉ D'EAU ABSORBÉE APRÈS			
	12 heures.	24 heures.	48 heures.	72 heures.
	centigr.	centigr.	centigr.	centigr.
Sable siliceux	0,0	0,0	0,0	0,0
Gypse	0,5	0,5	0,5	0,5
Sable calcaire	1,0	1,5	1,5	1,5
Terre arable du Jura	7,0	9,5	10,0	10,0
Terre arable d'Hoffwyll	8,0	11,0	11,5	11,5
Argile maigre	10,5	13,0	14,0	14,0
Argile grasse	12,5	15,0	17,0	17,5
Terre calcaire fine	13,0	15,5	17,5	17,5
Terre argileuse	15,0	18,0	20,0	20,5
Terre de jardin	17,5	22,5	25,0	26,0
Argile pure	18,5	21,0	24,0	24,5
Humus	40,0	48,5	55,0	60,0

Digitized by Google

On voit, d'après ce tableau, que l'absorption devient moindre quand l'humidité du sol augmente ; elle cesse ordinairement au bout de quelques jours.

On peut remarquer aussi que l'humus possède au plus haut degré cette faculté absorbante, qui est encore assez marquée dans l'argile, bien que beaucoup moindre. Enfin nous ferons observer que les terrains se trouvent placés ici à peu près dans le même ordre que dans le tableau relatif à l'imbibition des terres par l'eau, ce qui semblerait indiquer une sorte de corrélation entre la faculté de retenir l'eau et celle d'absorber l'humidité.

Pouvoir absorbant du sol pour la chaleur. — Il est utile pour l'agriculteur de pouvoir déterminer si un sol est *chaud* ou *froid*. Or cette qualité dépend de la facilité avec laquelle la terre s'échauffe sous l'influence des rayons solaires, et de la faculté qu'elle possède de retenir la chaleur ainsi absorbée. Nous allons examiner ces deux propriétés.

Échauffement des terres au soleil. — Les circonstances qui influent sur cette propriété du sol sont ici très nombreuses : la couleur, l'humidité, l'inclinaison du sol par rapport aux rayons incidents, la nature de la surface, font varier beaucoup la température que peut atteindre un sol exposé au soleil ; aussi est-il assez difficile d'évaluer exactement cette propriété pour les différents sols. M. Schübler a déterminé seulement la température maximum acquise par les différents sols exposés au soleil pendant le même temps et dans des circonstances à peu près identiques ; il est arrivé aux résultats suivants :

NATURE DES TERRES.	COULEUR.	TEMPÉRATURE MAXIMUM de la couche supérieure, l'air ambiant étant à 25°.	
		TERRE HUMIDE.	TERRE SÈCHE.
Humus.	Gris noir	39°,75	47°,37
Terre de jardin.	Gris noir	37,50	45,25
Argile pure.	Gris bleuâtre	37,50	45,00
Terre argileuse.	»	37,38	44,62
Sable siliceux.	Gris jaunâtre	37,25	44.75
Sable calcaire.	Gris blanchâtre . . .	37,38	44,50
Argile grasse.	»	37,25	44,50
Terre arable d'Hoffwyll.	Grise	36,88	44,25
Argile maigre	Jaunâtre	36,75	44,12
Terre arable du Jura. .	Grise	36,50	43,75
Gypse	Gris blanchâtre clair.	36,25	43,62
Terre calcaire	Blanche.	35,63	43,00

Digitized by Google

Faculté de retenir la chaleur. — Tous les sols, une fois échauffés, ne se refroidissent pas avec la même facilité ; cela dépend et du pouvoir émissif du sol et de sa conductibilité. M. Schübler, appliquant à cette recherche la méthode du refroidissement, a opéré de la manière suivante : Il a rempli avec la terre à essayer un vase métallique de 595 centimètres cubes de capacité, au centre duquel était placée la boule d'un thermomètre; l'appareil était porté à une température initiale de 62°,5, et on le laissait se refroidir jusqu'à 21°,2, la température ambiante étant maintenue à 16°,2. M. Schübler admet que le temps nécessaire pour ce refroidissement, effectué toujours dans les mêmes circonstances, est proportionnel à la faculté que possède le sol de retenir la chaleur. Ce pouvoir étant maximum pour le sable calcaire, on a pris ce sol pour point de comparaison, et en représentant sa faculté absorbante par 100, on a obtenu les nombres suivants :

NATURE DES TERRES.	TEMPS nécessaire pour le refroidissement.	FACULTÉ de retenir la chaleur.
Sable calcaire.	3 h. 30 m.	100,0
Sable siliceux.	3 27	95,6
Argile maigre.	2 41	76,9
Terre arable du Jura	2 36	74,3
Gypse.	2 34	73,2
Argile grasse	2 30	71,1
Terre arable d'Hoffwyll.	2 27	70,1
Terre argileuse	2 24	68,4
Argile pure.	2 19	66,7
Terre de jardin	2 16	64,8
Terre calcaire fine	2 10	61,8
Humus.	1 43	49,0

Absorption des gaz par le sol. — De nombreuses observations ont prouvé que les terres absorbent les gaz, et en particulier l'oxygène de l'air. Un des effets du labour est d'aérer le sol. La présence de l'oxygène paraît même nécessaire pour que le sol soit fertile ; en effet, on a reconnu que des terres extraites de l'intérieur de mines, ne devenaient fertiles qu'après une longue exposition à l'air. (M. de Humboldt.)

Cette propriété tient non-seulement à la nature physique du sol, ainsi que l'ont prouvé les expériences de Saussure sur l'absorption des gaz par les corps poreux, mais encore à la composition chimique : ainsi on a observé que des argiles blanches, retirées par sondages des couches inférieures du sol, absorbaient l'oxygène de l'air et devenaient bleues ; on a attribué ce phénomène à la suroxydation du fer qui se trouve dans ces argiles. (M. Boussingault.)

Digitized by Google

M. Schübler a étudié aussi cette propriété, et il a reconnu que l'humus, après avoir absorbé l'oxygène, le changeait en acide carbonique; ce fait a été confirmé par des analyses récentes de l'air contenu dans la terre végétale, dont nous parlerons plus loin.

Cette absorption d'oxygène ne se produit que si les terres sont humides : elle paraît augmenter avec la température; elle est presque nulle pendant les grands froids. Pour mesurer cette absorption, on a placé un poids connu de terre humide dans un flacon bouché à l'émeri, renversé sur l'eau : le volume primitif de l'air du flacon était connu, on mesurait et l'on analysait cet air au bout d'un certain temps. Voici les résultats obtenus par M. Schübler; la durée de l'expérience a été de trente jours :

NATURE DES TERRES.	POIDS D'OXYGÈNE absorbé par 100 parties de terre.
Humus	20,3
Terre de jardin	18,0
Terre arable d'Hoffwyll	16,2
Argile pure	15,8
Terre arable du Jura	15,2
Terre argileuse	13,6
Argile grasse	11,0
Terre calcaire fine	10,8
Argile maigre	9,3
Sable calcaire	5,6
Gypse	2,7
Sable siliceux	1,6

Composition de l'air confiné dans la terre végétale. — Nous avons dit que M. Schübler avait reconnu que l'humus transformait l'oxygène absorbé par les terres arables en acide carbonique. Ce phénomène a été étudié récemment par MM. Boussingault et Lévy, qui ont publié à ce sujet un travail remarquable auquel nous empruntons les détails qui suivent.

Il s'opère à l'intérieur du sol une véritable combustion des matières organiques qui constituent l'humus et les engrais; c'est là ce qui détermine l'appauvrissement d'une terre, primitivement riche en humus, quand on n'y renouvelle pas les engrais. Cette combustion se fait aux dépens de l'oxygène de l'air contenu dans le sol; les racines des végétaux se trouvent ainsi au milieu d'une atmosphère très riche en acide carbonique et contenant en outre une petite quantité d'ammoniaque : par conséquent, ces racines sont placées dans les meilleures conditions d'alimentation et de développement.

Digitized by Google

L'air confiné dans la terre végétale doit donc avoir une composition différente de celle de l'air ordinaire, et il était important de la déterminer.

Cette recherche présentait de nombreuses difficultés pratiques; car les procédés ordinaires au moyen desquels on recueille une portion de l'air contenu dans un espace quelconque sont ici tout à fait inapplicables. Il fallait en outre éviter de remuer la terre sans précaution, pour que l'air extérieur ne vînt pas se mélanger à l'air confiné dont on voulait faire l'analyse. MM. Boussingault et Lévy ont prévenu tous les inconvénients qui auraient pu altérer l'exactitude de leurs recherches, par l'emploi d'un appareil que nous allons décrire.

L'air est puisé dans le sol à une profondeur de $0^m,30$ à $0^m,40$ au moyen d'un tube, terminé par une pomme d'arrosoir qu'on a remplie de petits cailloux, afin de diminuer sa capacité intérieure : ce tube est enfoui dans le sol vingt-quatre heures au moins avant le commencement de l'expérience, afin que l'air extérieur introduit en creusant le trou dans lequel on place ce tube puisse se mélanger convenablement à l'air confiné; il communique au moyen d'un robinet avec un petit ballon dans lequel on a fait le vide : à la suite de ce ballon sont placées deux éprouvettes contenant de l'eau de baryte, et enfin un grand flacon rempli d'eau pour servir d'aspirateur. L'écoulement de l'eau de ce flacon s'est toujours fait très lentement; il n'a jamais dépassé un litre d'eau par heure.

L'appareil étant mis en place, on ouvre les robinets de façon à faire arriver l'air dans le ballon vide; puis on fait écouler l'eau de l'aspirateur : l'acide carbonique est absorbé presque en totalité par l'eau de baryte dans la première éprouvette où se précipite le carbonate de baryte; l'eau de baryte de la seconde éprouvette est rarement troublée.

Lorsqu'on veut terminer l'expérience, on ferme le petit ballon qui se trouve ainsi rempli d'air contenu dans la terre végétale; on analyse avec soin cet air : dans ce but, après l'avoir fait passer dans un tube gradué, on absorbe l'acide carbonique par la potasse, et l'oxygène par l'acide pyrogallique.

L'eau écoulée du flacon aspirateur donne, en faisant les corrections convenables de température et de pression, la mesure du volume de l'air dont l'acide carbonique a été précipité.

Le carbonate de baryte étant recueilli sur un filtre, lavé avec soin, calciné et pesé, on en déduit la proportion en poids et en volume de l'acide carbonique contenu dans l'air confiné.

Quand on veut doser l'ammoniaque, on remplace l'eau de baryte par une dissolution d'acide chlorhydrique exempte d'ammoniaque et qu'on prépare au moment même : après l'expérience on évapore à l'étuve la liqueur acide. Dans la plupart des recherches faites dans ce but, on n'a

Digitized by Google

obtenu que des traces de sel ammoniac, suffisantes pour établir la présence constante de vapeurs ammoniacales dans l'air extrait du sol, mais ne permettant pas d'obtenir un dosage exact.

Les résultats des nombreuses expériences faites par MM. Boussingault et Lévy ont établi que, dans le sol, l'air est constamment chargé d'acide carbonique, car il en renferme en moyenne 22 à 23 fois autant que l'air normal. Cet acide carbonique provient évidemment en grande partie de la combustion du carbone des matières organiques du sol par l'oxygène de l'air, car le gaz acide carbonique trouvé représente à peu près le volume du gaz oxygène disparu. Nous donnons dans la dernière colonne du tableau ci-après la somme des volumes d'oxygène et d'acide carbonique contenus dans 100 volumes d'air extrait du sol : cette somme s'éloigne peu du nombre 20,9 qui représente le volume d'oxygène de l'air atmosphérique : néanmoins la différence qui se présente dans tous les cas permet de croire qu'une portion de l'oxygène est employée à brûler de l'hydrogène appartenant à la matière organique du sol.

La proportion d'air confiné contenu dans un volume donné du terrain est utile à connaître, si l'on veut savoir la quantité de gaz acide carbonique que la combustion lente de l'humus met à la disposition des racines des plantes. Pour arriver à ce résultat on remplit de terre un vase cylindrique de 34 litres, en opérant autant que possible le tassement toujours d'une manière semblable : on verse alors de l'eau dans ce vase en favorisant la sortie de l'air par l'agitation, jusqu'à ce que le liquide soit sur le point de déborder; l'ouverture du vase est maintenue horizontale. Le volume d'eau qu'il faut employer mesure l'air déplacé. Cette opération se fait très promptement : malheureusement le tassement, qu'il est très difficile de régler, influe beaucoup sur les résultats : il faut les regarder d'ailleurs comme étant un peu faibles, parce que la terre a toujours été plus fortement tassée qu'elle ne l'est dans les champs.

Nous résumons dans le tableau suivant les résultats principaux des expériences de MM. Boussingault et Lévy.

Digitized by Google

NATURE DES TERRES.	AIR confiné dans 1 mètre cube de terre végét.	100 PART. D'AIR RENFERMENT		
		Acide carbonique.		Oxygène et acide carbonique.
		En volume.	En poids.	En volume.
	lit.			
Terre légère récemment fumée. . .	235,3	9,74	14,18	20,09
Terre d'un champ de carottes. . . .	232,4	0,98	1,49	20,48
Terre d'une vigne, sol sablonneux .	282,4	0,96	1,46	20,78
Terre d'une forêt; sol sablonneux, fortement tassé	117,6	0,86	1,30	20,48
Loam, sous-sol de la forêt, fortement tassé	70,6	0,82	1,24	20,45
Sable, sous-sol de la forêt, fortement tassé	88,2	0,24	0,88	»
Terre d'un carré d'asperges ; sol sablonneux	223,5	1,16	1,77	20,30
Terre très riche en humus	420,6	3,64	5,43	20,09
Terre d'un champ de betteraves, assez argileuse.	235,3	0,87	1,31	20,58
Terre d'une luzernière, argileuse et calcaire	220,6	0,80	1,22	20,84
Terre d'un champ de topinambours, assez argileuse.	205,9	0,66	1,01	20,65
Terre d'une prairie, argileuse, comprimée	161,8	1,79	2,71	21,20
Terre d'une serre du Jardin des plantes	361,8	1,06	1,66	20,36

Après avoir terminé l'examen des propriétés physiques des sols, nous devons faire remarquer que de nombreuses causes peuvent modifier ces propriétés; et les résultats obtenus ne peuvent être utiles qu'à la condition d'étudier avec soin toutes les circonstances particulières qui accompagnent le phénomène que l'on observe. Ainsi, la forme et la dimension des particules ont de l'influence sur la densité, l'hygroscopicité et la ténacité des terres ; car on a trouvé des différences en cherchant à évaluer ces propriétés sur divers lots d'un même terrain. (M. de Gasparin.)

L'inclinaison du sol par rapport au plan horizontal est également importante à considérer : on conçoit en effet que l'échauffement du sol dépend directement de cette inclinaison ; elle influe en outre sur la stabilité des terres et sur la facilité de la culture. Le travail de la charrue ne peut s'effectuer si l'inclinaison du sol dépasse 6°.

La fraîcheur d'une terre, qualité si utile à connaître, ne peut être appréciée avec certitude en mesurant, par les méthodes exposées pré-

Digitized by Google

cédemment, les diverses propriétés physiques. Les recherches du laboratoire doivent toujours être complétées par une étude faite sur le terrain lui-même; car un terrain peu hygroscopique, mais dont le sol a peu d'épaisseur, dont le sous-sol est imperméable, et l'inclinaison nulle, sera toujours humide. De même, un terrain très coloré et paraissant devoir s'échauffer facilement, restera néanmoins froid, s'il est incliné au nord ou abrité du soleil, ou toujours humide.

ANALYSE CHIMIQUE DES SOLS ARABLES.

Une analyse complète d'une terre n'est pas toujours aussi utile qu'un simple dosage des quelques principes qui constituent les sols arables, c'est-à-dire le sable, l'argile, le calcaire et l'humus. Cette dernière recherche est toujours très importante.

On commence d'abord par déterminer l'eau que peut contenir la terre, ce qui se fait en maintenant dans une étuve chauffée de 120° à 150° un poids connu de terre humide jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de perte de poids : on débarrasse en général la terre, par un criblage préalable, des graviers et de quelques débris organiques qui ne doivent pas être considérés comme faisant partie du sol arable. On peut cependant déterminer leur rapport avec la terre réelle en les pesant, puis les calcinant afin de détruire la matière organique : le résidu fait connaître la proportion de graviers, et par une simple différence on a le poids des débris organiques.

La terre, une fois desséchée, est conservée dans un flacon, afin qu'elle n'attire pas l'humidité de l'air et qu'elle puisse servir aux opérations analytiques que nous allons indiquer.

Si l'on désire seulement connaître les proportions d'argile et de sable renfermées dans la terre à analyser, ce qui est souvent pour l'agriculteur un renseignement plus utile qu'une analyse complète, il suffit d'opérer par lévigation.

Dans ce but, on introduit un poids connu de terre desséchée dans un matras où l'on verse de l'eau chaude pour enlever les matières solubles : en agitant vivement et en laissant reposer quelques instants, le sable se réunit au fond du vase et une grande partie de l'argile reste en suspension dans l'eau, de sorte qu'en décantant et réitérant cette opération jusqu'à ce que l'eau s'éclaircisse promptement après l'agitation, il ne reste dans le matras que le sable qu'il est facile de dessécher et de peser. D'un autre côté, en réunissant et en filtrant les eaux de lavage qui retiennent l'argile en suspension, cette substance reste sur le filtre et on l'en sépare après dessiccation ; il faut dessécher cette argile à une température de 140° à 150°, avant de la peser, pour la débarrasser complétement de l'eau qu'elle peut retenir.

Digitized by Google

L'argile et le sable ainsi séparés l'un de l'autre renferment encore la partie insoluble de l'humus : il suffit de les chauffer au rouge dans un creuset pour faire disparaître cette matière organique avec laquelle ils sont mélangés. La différence de poids avant et après la calcination fait connaître approximativement la proportion de substance organique contenue dans la terre.

On reconnaît la présence du calcaire dans un sol en le traitant par un acide; on peut même doser d'une manière assez exacte ce calcaire par une méthode tout à fait semblable à celle que nous avons indiquée pour le dosage de l'acide carbonique des os. On met sur le plateau de la balance un matras contenant la terre et un flacon renfermant l'acide; versant ensuite l'acide sur la terre, on pèse de nouveau quand le dégagement a tout à fait cessé : la perte de poids donne l'acide carbonique dégagé, et l'on en déduit la quantité de carbonate de chaux contenue dans le sol à analyser.

On constate la présence de l'humus dans un sol en le traitant par une lessive alcaline ; si la liqueur brunit, c'est que le sol contient de l'humus. La méthode suivie pendant longtemps pour doser l'humus consistait à calciner un certain poids de terre bien desséchée; la perte de poids indiquait la quantité d'humus. Mais l'argile pouvant perdre par la calcination une certaine quantité d'eau, le nombre trouvé est toujours trop fort.

Il vaut mieux soumettre la terre à l'analyse élémentaire en insistant surtout sur la détermination de l'azote; la plus forte proportion d'azote indique avec une certaine probabilité les terres les plus riches en principes organiques. (M. Boussingault.)

Dans l'analyse chimique complète d'un sol arable, on sait à l'avance qu'on ne doit y rencontrer que des oxydes alcalins et terreux, du fer et quelquefois du manganèse, de la silice, et des acides carbonique, phosphorique, sulfurique et chlorhydrique; on doit suivre les procédés de dosage que nous avons fait connaître précédemment pour ces divers corps, en faisant les modifications que nécessite la présence simultanée des diverses substances qu'il faut doser séparément : les notions de chimie analytique exposées dans cet ouvrage pourront guider dans ces recherches, nous ne donnerons ici que peu de détails.

Pour la partie soluble, il suffit, après avoir pesé la quantité de sels solubles, d'en faire l'analyse qualitative.

L'analyse de la partie insoluble est plus importante; voici comment on procède :

Pour déterminer la quantité de carbonates calcaires et magnésiens, on fait bouillir avec de l'acide acétique ou de l'acide azotique faible un poids connu de terre, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de dégagement d'acide carbonique. Ayant précipité l'alumine et les oxydes métalliques, en ver-

Digitized by Google

sant de l'ammoniaque dans la liqueur filtrée, il est facile, par une addition d'oxalate d'ammoniaque, après une nouvelle filtration, de doser la chaux à l'état d'oxalate.

La magnésie est restée dans la liqueur à l'état d'acétate ou d'azotate ; en évaporant à siccité et calcinant au rouge obscur, le sel de magnésie est décomposé, de sorte qu'en traitant le résidu par l'eau et filtrant, il ne reste sur le filtre que la magnésie, que l'on peut alors calciner et peser.

L'alumine est séparée des oxydes métalliques avec lesquels elle s'est précipitée lors de l'addition de l'ammoniaque, en faisant bouillir ce précipité avec une dissolution de potasse ; il ne reste plus alors qu'à séparer les oxydes de fer et de manganèse par les méthodes indiquées précédemment.

Pour doser le sulfate de chaux qui existe souvent, comme nous l'avons vu, dans les sols arables, on emploie avec avantage le procédée suivant : 100 grammes de terre préalablement grillée pour la débarrasser de l'humus, sont maintenus en ébullition avec un demi-litre d'eau distillée, en ayant soin d'agiter et de remplacer l'eau qui s'évapore ; au bout de quelque temps, après avoir filtré, lavé la terre, on réduit par l'évaporation la liqueur à un ou deux décilitres : ajoutant alors un égal volume d'alcool, le sulfate de chaux se précipite ; ce sel est recueilli sur un filtre, lavé avec de l'alcool faible et pesé après calcination. (M. Boussingault.)

On trouve presque toujours des phosphates dans le sol ; leur présence paraît même indispensable à la fertilité. Il est donc très important pour l'agriculteur de doser la quantité de phosphates que contient un sol, afin de voir s'il est nécessaire d'y introduire ou non un engrais phosphaté. Ce dosage se fait par la méthode suivante : On traite 20 grammes environ de terre epierrée par l'acide azotique qui enlève tout ce qui est soluble dans cet acide, et par conséquent les phosphates ; ayant fait bouillir avec l'acide, on étend d'eau et l'on filtre ; la liqueur est évaporée à siccité, et le résidu est traité par de l'alcool additionné de quelques gouttes d'acide azotique. On emploie l'alcool afin de séparer le sulfate de chaux qui peut avoir été dissous : en versant dans la dissolution alcoolique filtrée de l'acétate de plomb, l'acide phosphorique se précipite à l'état de phosphate de plomb et peut être dosé. (M. Malaguti.)

Si l'on veut doser la silice, il faut traiter, dans un creuset d'argent, une certaine quantité de terre bien pulvérisée, par trois fois son poids de potasse, et chauffer le mélange jusqu'à ce qu'il forme une pâte liquide ; on reprend par l'acide chlorhydrique faible qui dissout le contenu du creuset ; on évapore à sec pour chasser l'excès d'acide, et l'on traite par l'eau qui dissout les chlorures en laissant la silice isolée. Cette substance peut alors être recueillie sur un filtre, desséchée et pesée.

Nous donnerons ici les résultats d'analyses de sols arables, en indi-

Digitized by Google

quant en général leur provenance, et la dénomination usuelle que les agriculteurs emploient.

SOLS SABLONNEUX.

Terres à seigle.

Sable	90	95,00	97,5
Argile	9	4,00	2,0
Humus	1	0,75	0,5
	100	99,75	100,0

(MM. THAER et EINHOFF.)

Terres d'Angleterre.

	Middlesex.	Worcesshire.	Tiviot.
Sable siliceux et gravier	60,0	60,0	83,3
Silice	12,8	16,4	7,0
Alumine	11,6	14,0	6,8
Carbonate de chaux	11,2	5,6	0,7
Oxyde de fer	»	1,2	0,8
Sels et matières organiques	4,4	2,8	1,4
	100,0	100,0	100,0

(HUMPHRY DAVY.)

Terres à lin de Belgique.

	Escamoffles.	Hammesseg.
Sable	84,06	86,80
Argile	9,28	5,76
Acide sulfurique	0,02	0,01
Acide phosphorique	0,15	0,06
Potasse	0,12	0,07
Soude	0,15	0,11
Chaux	0,23	0,48
Magnésie	0,15	0,14
Oxydes de fer et de manganèse	0,66	1,20
Chlorure de sodium	0,03	0,07
Matières organiques et eau non dégagée à 100°	2,36	4,21

(M. R. KANE.)

Digitized by Google

Sols sablo-argileux.

	Terres à orge.			*Terres à avoine.*		*Terre à seigle.*
	1re classe.	2e classe.	3e classe.			
Sable. . .	60	65	70	75,0	80,0	85
Argile . .	38	33	28	23,5	18,5	14
Humus. .	2	2	2	1,5	1,5	1
	100	100	100	100,0	100,0	100

(MM. THAER et EINHOFF.)

Terre arable des bords du Nil.

Silice	47,89
Alumine.	32,10
Carbonate et crénate de chaux.	2,02
Peroxyde de fer.	11,20
Matières végétales.	6,90
	99,61

(MM. GIRARDIN et DU BREUIL.)

Terre de Lieuvain (haute Normandie).

Sable siliceux très fin	50,0
Alumine.	16,0
Chaux	12,5
Sels, fibres végétales	7,0
Humus.	2,5
Eau	12,0
	100,0

(MM. GIRARDIN et DU BREUIL.)

Terres du Sénégal.

	Raweï.	Doukit.	Diague.	Roso.	N'Dick.
Sable siliceux et silice . . .	87,0	72,0	89,0	78,0	91,0
Alumine	3,6	10,0	3,0	7,0	1,8
Carbonate de chaux	3,4	8,0	3,6	5,2	3,0
Oxyde de fer.	traces	traces	0,5	traces	0,5
Humus et eau	4,4	10,0	3,6	9,0	3,0
Perte.	1,6	»	0,3	0,8	0,7
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

(M. LAUGIER.)

Digitized by Google

Terre d'Ormesson.

Sable quartzeux à gros grains. . .	15,0	Sable . .	56,5
Sable quartzeux très fin.	41,5		
Silice combinée.	21,0	Argile . .	31,6
Alumine.	10,6		
Carbonate de chaux.	0,5		
Oxyde de fer	4,4		
Matières organiques et eau	6,3		
	100,0		

Terre de Saint-Germain de Laxis.

Sable quartzeux à gros grains. . .	10,0	Sable . .	77,3
Sable quartzeux très fin.	67,3		
Silice combinée	10,0	Argile . .	15,0
Alumine.	5,0		
Carbonate de chaux.	0,5		
Oxyde de fer	3,6		
Matières organiques et eau	3,6		
	100,0		

(M. BERTHIER.)

Alluvion de la Loire.

Sable siliceux	32
Argile	31
Sable calcaire	11
Carbonate de chaux	19
Débris de végétaux	7
	100

(MM. GIRARDIN et DU BREUIL.)

Terre du Jura.

Sable siliceux	63,0
Argile.	33,3
Sable calcaire	1,2
Terre, humus.	1,2
Perte	1,3
	100,0

(M. SCHUBLER.)

Digitized by Google

Sols sablo-humifères.

Terre de prairies.

Sable	49
Humus	27
Argile	14
Calcaire	10
	100

Riche terre à orge.

Sable	67
Humus	10
Argile	20
Calcaire	3
	100

(MM. THAER et EINHOFF.)

Terres de bruyère.

	Courtins.	Palaiseau.
Sable et argile	89	80
Matières organiques	10	20
Eau	1	»
	100	100

(M. BERTHIER.)

SOLS ARGILEUX.

Terre d'Ormesson.

Argile	75
Sable quartzeux	17
Carbonate de chaux	3
Oxyde de fer	5
»	»
	100

Terres du Puiseaux.

Argile	54	57
Sable quartzeux	11	26
Carbonate de chaux	15	4
Oxyde de fer	6	5
Eau	14	8
	100	100

(M. BERTHIER.)

Riches terres à froment.

Argile	74,0	81,0	79,0
Sable	10,0	6,0	10,0
Calcaire	4,0	4,0	4,0
Humus	11,5	8,5	6,5
	99,5	99,5	99,5

(MM. THAER et EINHOFF.)

Digitized by Google

Terre végétale des marais de la Charente-Inférieure.

	I.	II.
Argile	77,7	73,8
Carbonate de chaux	5,0	9,0
Oxyde de fer	5,5	5,5
Eau et matières organiques	11,8	11,7
	100,0	100,0

(M. BERTHIER.)

Sols argilo-ferrugineux.

Terre d'une île de la Seine en amont de Rouen.

Argile	34,60
Sable	18,05
Peroxyde de fer	16,92
Calcaire et carbonate de magnésie	12,18
Carbonate, chlorure, sulfate alcalins } Sels de magnésie, humus soluble }	0,85
Humus insoluble	17,30
Débris organiques	1,00
	100,00

(MM. GIRARDIN et DU BREUIL.)

Terre franche de Clamart.

Argile sablonneuse	57,0
Argile fine	33,0
Gros sable siliceux	7,4
Graviers calcaires	1,0
Carbonate de chaux divisé	0,6
Débris de végétaux	0,5
Terreau	0,5
	100,0

(M. BOUSSINGAULT.)

Terre de Cuba.

Silice	33,6	Argile. 50,6
Alumine	17,0	
Carbonate de chaux	8,0	
Oxyde de fer	14,0	
Oxyde de manganèse	1,0	
Eau et matières organiques	25,0	
	98,6	

(M. BERTHIER.)

Digitized by Google

Sols argilo-sablonneux.

Loam, terre riche.

Argile	58
Sable	36
Calcaire	2
Humus	4
	100

Terres à froment.

Argile	60	48	68
Sable	38	50	30
»	»	»	»
Humus	2	2	2
	100	100	100

(MM. THAER et EINHOFF.)

Terre forte des environs de Bernay (Eure).

Argile (un peu ferrugineuse)	34
Sable	32
Calcaire, Oxyde de fer, Débris de végétaux	9
Eau	25
	100

(MM. GIRARDIN et DU BREUIL.)

Terre franche très fertile de la vallée d'Auge (Calvados).

Argile (un peu magnésienne)	40,0
Sable	25,0
Chaux et humus	12,5
Oxyde de fer, Débris de végétaux	2,5
Eau	20,0
	100,0

(MM. GIRARDIN et DU BREUIL.)

Terres à garance.

	Bonne.	Mauvaise.
Argile	53,5	73,0
Sable	42,7	23,0
Calcaire	2,3	3,5
Humus	3,4	1,5
	101,9	101,0

(M. DE GASPARIN.)

Digitized by Google

Terre pourrie des environs de Melun.

Argile	44,4
Sable	39,8
Carbonate de chaux	1,5
Oxyde de fer	4,7
Matières organiques	6,0
Eau	3,6
	100,0

(M. BERTHIER.)

Terre de jardin.

Argile	52,4
Sable	36,5
Sable calcaire	1,8
Terre calcaire	2,0
Humus	7,3
	100,0

Terre d'Hoffwyll.

Argile	51,2
Sable	42,7
Sable calcaire	0,4
Terre calcaire	2,3
Humus	3,4
	100,0

(M. SCHUBLER.)

Sols argilo-calcaires.

Limon du Nil.

Argile	48
Silice	4
Carbonate de chaux	18
Carbonate de magnésie	»
Oxyde de fer	6
Terreau	9
Eau	11
	100

(M. REGNAULT.)

Terre de Marmarosch (Hongrie).

Argile	46,5
Chaux	21,0
Oxyde de fer	1,0
Acide chlorhydrique	1,0
Acide fluorhydrique	28,5
Acide phosphorique	1,0
Eau	1,0
	100,0

(PELLETIER.)

Terre de Parigny (Nièvre).

Argile	60,8
Calcaire	18,0
Carbonate de magnésie	»
Oxyde de fer	4,0
Sable	5,0
Eau	11,0
	98,8

Argiles marneuses.

68	60	64
10	11	9
3	4	5
2	3	3
17	22	19
»	»	»
100	100	100

(MM. GIRARDIN et DU BREUIL.)

Digitized by Google

Terre de Puiseaux (Loiret).

Silice combinée	45,4	Argile. 54,7
Alumine	9,3	
Carbonate de chaux	37,0	
Oxyde de fer	2,0	
Eau et matières organiques	6,3	
	100,0	

(M. BERTHIER.)

SOLS CALCAIRES.

Terres à blé.

	Bonne.	Médiocre.	Mauvaise.
Calcaire	50,0	92,5	55,5
Argile	48,0	6,0	43,5
Sable	2,0	1,5	1,0
Humus	0,4	7,5	2,5
	100,4	107,5	102,5

(M. DE GASPARIN.)

Terre d'Aufferville.

Carbonate de chaux	56,8
Sable	17,9
Argile	18,9
Oxyde de fer	1,4
Eau et matières organiques	5,0
	100,0

Terre à safran.

Carbonate de chaux	37,0
Sable	26,8
Argile	27,9
Oxyde de fer	2,0
Eau et matières organiques	6,3
	100,0

Terre du curage du canal de Nemours.

Carbonate de chaux	41,4
Sable	30,2
Argile	20,5
Oxyde de fer	
Eau et matières organiques	7,9
	100,0

(M. BERTHIER.)

Digitized by Google

	Terre de Bromerolles.	*Terres de Pomard.*	
Calcaire	71,6	45,0	58,5
Sable	4,6	29,9	22,4
Argile	22,5	15,3	11,7
Oxyde de fer hydraté	1,3	9,8	7,4
	100,0	100,0	100,0

(M. Berthier.)

Terre de Mallemont.		*Terre de l'Isle.*	
Carbonate de chaux	37,0	Carbonate de chaux	47,5
Carbonate de magnésie	1,0	»	»
Sable	20,0	Sable	34,0
Argile	30,5	Argile	11,0
Oxyde de fer	6,0	Oxyde de fer	3,5
Matières organiques	1,6	Matières organiques } Eau }	4,0
Eau	3,9		
	100,0		100,0

(M. Berthier.)

Sols crayeux.

Terre des côtes d'Angleterre.

Carbonate de chaux	98,57
Phosphate de chaux	0,14
Phosphate de magnésie	0,38
Oxydes de fer et de manganèse	0,14
Silice	0,64
Alumine	0,16
	100,00

(M. Schweitzer.)

Terre de Brimont, près Reims.

Carbonate de chaux	66,7
Sable siliceux	27,8
Phosphate de chaux	2,0
Alumine	2,0
Oxyde de fer hydraté	2,3
	100,8

(M. Barruel.)

Digitized by Google

Sol marneux.

Carbonate de chaux	42,5
Carbonate de magnésie	1,0
Argile	34,5
Sable	7,0
Oxyde de fer	4,0
Eau	11,0
	100,0

(M. BERTHIER.)

SOLS HUMIFÈRES.

Terreau.

	Luxembourg.	Jardin des Plantes.		Marché aux Fleurs.
Matières organiques	47,0	16,0	23,8	24,0
Gros sable quartzeux	»	27,0	30,0	20,0
Gros sable calcaire	»	»		
Sable quartzeux fin, et argile	26,5	27,0	21,3	28,0
Silice gélatineuse	4,0	3,6	2,9	3,4
Carbonate de potasse	»	0,6	»	»
Carbonate de chaux	14,0	18,4	16,5	21,0
Carbonate de magnésie	1,5	0,7	trace	trace
Phosphate de chaux	5,5	4,4	4,1	3,6
Sulfate de chaux	»	»	0,4	»
Phosphate de fer	1,5	2,3	1,0	»
	100,0	100,0	100,0	100,0

(M. BERTHIER.)

Nous avons examiné jusqu'à présent les sols arables, tels que la nature nous les présente; nous avons donné également les moyens de reconnaître leurs propriétés physiques, et de déterminer leurs principes constituants : cette étude démontre que les différents sols sont loin d'être également avantageux pour la culture; il faut donc en général améliorer les terres afin de les préparer aux pratiques agricoles et d'obtenir des récoltes aussi abondantes et aussi renouvelées que possible.

Nous n'avons pas à nous occuper ici des pratiques agricoles proprement dites, telles que le *labour*, et les autres opérations qui rendent le sol plus *meuble*. Nous parlerons seulement des moyens employés pour prévenir la sécheresse et l'humidité du sol, de la nécessité de faire varier les récoltes successives sur un même terrain, enfin de l'introduction

Digitized by Google

dans le sol de certaines matières qui agissent, soit par leurs propriétés physiques, comme les *amendements*, soit par leur composition chimique, comme les *engrais*.

IRRIGATIONS.

Pour que les végétaux puissent se développer dans un sol, il est nécessaire que celui-ci conserve toujours une certaine quantité d'eau, qui ne doit pas être moindre que le dixième du poids du sol. Or il arrive, en général, pendant les grandes chaleurs de l'été, époque à laquelle l'évaporation enlève si activement aux parties vertes des plantes une grande quantité d'eau, que le sol se dessèche presque complétement et ne peut plus fournir aux racines l'eau nécessaire à l'entretien de la végétation, de sorte que les plantes se dessèchent et périssent promptement. Il est donc indispensable de donner artificiellement aux terrains trop secs l'eau qui doit y maintenir une humidité convenable : c'est là le but des *irrigations*, qui ne sont autre chose qu'un arrosement pratiqué sur une grande échelle et dans les meilleures conditions possibles.

Les irrigations ne sont pas également convenables pour toutes les cultures, et ne peuvent pas être employées pour tous les terrains. Un des effets principaux de cette pratique agricole est de déterminer le développement des tiges et des feuilles au détriment des graines; on ne l'applique guère qu'aux prairies. D'un autre côté, il faut que le sol soit assez perméable pour que les effets de l'irrigation se fassent sentir : si le sous-sol était argileux, par exemple, il s'opposerait à l'écoulement de l'eau, et au lieu d'améliorer le terrain, il le transformerait en sol marécageux.

Les sols tourbeux gagnent beaucoup à être irrigués ; mais il faut que les irrigations soient fréquemment répétées et que l'on fasse écouler rapidement, après un court séjour sur la terre, l'eau qui enlève ainsi une grande partie des principes acides et astringents de ces sols.

Les travaux à effectuer pour établir un système d'irrigations varient selon la position du terrain, mais se ramènent toujours aux principales dispositions que nous allons indiquer sommairement. Il faut d'abord emprunter à un cours d'eau voisin l'eau qui doit être répandue sur le terrain : pour cela on opère un barrage complet ou partiel de ce cours d'eau, après avoir creusé un *canal de dérivation* dans lequel on fait arriver le liquide, qui ne peut plus s'écouler au delà du barrage. Lorsque la situation du terrain le permet, on dirige cette eau sur les lignes culminantes, afin que l'écoulement se fasse naturellement sur toute la surface à irriguer. Si l'on ne peut opérer ainsi, ou si le terrain est presque horizontal, on le divise en plusieurs parties, ou *planches*, auxquelles on donne alternativement des pentes dans un sens et dans le sens opposé,

Digitized by Google

afin que les eaux, après s'être répandues sur ces plans inclinés artificiels, s'écoulent par un canal de décharge creusé à la partie la plus basse du terrain.

Enfin, on établit quelquefois des systèmes plus compliqués, mais aussi plus avantageux, surtout si l'on opère sur une grande étendue de terrain ayant une pente assez légère. Dans ce cas, on établit des *rigoles principales* qui doivent être dirigées suivant les horizontales du terrain, et qui partent du canal de dérivation ; le terrain se trouve ainsi partagé en bandes à peu près parallèles. L'eau arrive dans la rigole principale qui occupe la ligne la plus élevée; elle vient arroser la partie du terrain comprise entre les deux premières rigoles principales, en pénétrant dans des *rigoles secondaires* qui partent de la première rigole principale dans une direction perpendiculaire, c'est-à-dire suivant la pente du terrain ; ces rigoles secondaires s'arrêtent en diminuant peu à peu de largeur, à une certaine distance de la seconde rigole principale. Il faut que l'eau qui arrose ainsi cette première partie du terrain soit enlevée. Ce but est rempli par un système de rigoles secondaires dites *rigoles d'écoulement*, qui, placées entre les *rigoles d'irrigation* dont nous venons de parler, et prenant leur origine à une certaine distance de la première rigole principale, viennent déboucher dans la seconde rigole principale ; de celle-ci partent de même des rigoles secondaires d'irrigation conduisant les eaux qui doivent arroser la seconde portion du terrain, et qui sont ramenées par d'autres rigoles d'écoulement dans la troisième rigole principale; et ainsi de suite. Ce système porte le nom d'*irrigation par reprise d'eau*.

On distingue trois manières de conduire l'arrosement auquel doivent servir les travaux que nous venons d'indiquer.

L'*irrigation proprement dite* consiste à faire couler assez rapidement, à la surface du sol, une couche mince d'eau ; elle se pratique au printemps. On répète l'opération trois ou quatre fois : la première fois l'irrigation dure dix à douze jours, la seconde trois jours, et la dernière un jour seulement. On conçoit que les prairies auxquelles est appliqué ce système doivent recevoir une assez grande quantité d'engrais, car l'eau enlève une partie de leurs principes efficaces.

Dans l'*irrigation par infiltration*, l'eau n'arrive pas à la surface du sol ; elle reste dans les rigoles à $0^m,16$ environ au-dessous, et s'infiltre de là dans les parties inférieures du sol. L'irrigation par infiltration ne peut s'appliquer qu'à un terrain spongieux et avide d'humidité; elle exige un grand volume d'eau, car il est important que l'eau reste au même niveau dans les rigoles pendant plusieurs semaines.

On améliore quelquefois un sol avant de le livrer à la culture en lui appliquant la troisième méthode, l'*irrigation par submersion*. Dans ce cas il n'y a pas lieu d'effectuer de travaux préalables ; il suffit d'entourer la prairie de petites digues destinées à retenir la couche d'eau qu'on fait

Digitized by Google

arriver sur le terrain en la laissant s'élever le plus possible. Il est avantageux d'employer alors de l'eau très chargée de limon et de matières fertilisantes, qui doivent être cédées à la terre; cette eau reste stagnante sur le sol, jusqu'à ce qu'elle commence à se putréfier; on la fait alors écouler très promptement et aussi complétement que possible.

Qualités des eaux propres aux irrigations. — Ce n'est que pour le dernier mode d'irrigation que nous venons de décrire qu'il faut employer une eau limoneuse, il est préférable dans les autres cas que l'eau soit assez limpide; néanmoins lorsque, pour l'irrigation proprement dite, on rassemble les eaux dans un réservoir avant de les distribuer, on y mélange quelquefois des engrais solubles pour augmenter leur action fertilisante, et remplacer ce que l'eau enlève aux engrais du sol lui-même. En général, les eaux d'irrigation produisent des effets d'autant plus fécondants, que les terrains d'où elles proviennent, ou qu'elles ont traversés, diffèrent davantage, par leur composition chimique, du sol qu'elles doivent arroser (M. de Caumont). Ce résultat s'explique par l'observation que nous avons déjà faite sur l'avantage de réunir dans un même terrain les divers principes constituants des sols.

On constate néanmoins des différences notables dans les résultats produits par des irrigations faites avec des eaux dont les sources sont voisines et dans des sols à peu près identiques. MM. Chevandier et Salvétat, dans les recherches qu'ils ont publiées sur les eaux employées à l'irrigation, établissent que cette différence ne tient ni aux matières minérales, ni même à la masse des matières organiques dissoutes dans les eaux; mais que les propriétés fertilisantes semblent tenir à la proportion d'azote, et au rapport de l'azote et du carbone contenus dans ces matières organiques; enfin, qu'une eau fertilisante se rapproche beaucoup d'une eau de fumier très étendue.

DRAINAGE.

La nature présente rarement des terrains réunissant toutes les conditions nécessaires pour une bonne culture, et si l'utilité des irrigations pour des terrains trop secs est incontestable, il est facile de comprendre la nécessité de faire écouler l'eau stagnante des terrains trop humides. Quand il s'agit de terrains tout à fait marécageux, cela est surtout d'une grande importance, non-seulement au point de vue de l'agriculture, mais encore pour la salubrité publique des localités où se trouvent ces marais.

Les procédés de desséchement des marais consistent, en général, à amener les eaux à la surface du sol en creusant plusieurs fossés, légèrement inclinés suivant la pente du terrain, et venant aboutir au point le plus bas; on fait ensuite écouler ces eaux, à moins que le niveau du sol

Digitized by Google

environnant ne soit plus élevé : dans ce cas, on les fait arriver dans un puits absorbant appelé *boitout*, où les eaux se perdent par infiltration.

Si l'état marécageux du terrain est dû au voisinage d'un cours d'eau dont le niveau est supérieur à celui du marais, on se borne à entourer le terrain d'un fossé, ayant une pente convenablement dirigée, qui reçoit l'eau d'infiltration et la fait écouler. C'est encore à peu près le même procédé qu'on emploie si l'on veut dessécher un vaste marais produit par l'élévation du sol environnant. On construit avec la terre qu'il faut enlever pour creuser le fossé de ceinture, comme dans le cas précédent, une digue qui doit reposer sur une couche imperméable du sol ; le fossé, situé à l'intérieur de la digue, amène les eaux intérieures dans un puits absorbant, ou bien, si elles sont trop abondantes, dans un réservoir d'où on les extrait au moyen de machines à épuisement, telles que les norias ou les vis d'Archimède.

Les marais ne sont pas les seuls terrains où il y ait lieu de prévenir les effets nuisibles d'une trop grande humidité. Toutes les fois que l'on a un sol fortement argileux pour sol labourable, ou bien lorsqu'au-dessous de celui-ci se trouve un sous-sol argileux, qui présente à l'écoulement des eaux une espèce d'imperméabilité, le sol arable devient humide et froid. Cette circonstance enlève souvent à la culture des sols de bonne qualité qu'on ne peut cultiver et faire produire qu'à des époques de l'année très avancées ; les prairies ne donnent plus alors qu'une herbe âcre, dure, peu succulente, et souvent mélangée de plantes impropres à la nourriture des animaux.

Pour prévenir les effets de cette imperméabilité, on a d'abord pratiqué à la surface du sous-sol de petits fossés remplis de cailloux, qu'on recouvrait ensuite de terre, et qui étaient destinés à laisser écouler l'excès d'eau du sol arable, et à faire ainsi l'office d'un sol perméable. Mais il arrive souvent que les interstices laissés entre les cailloux se remplissent de terre, s'obstruent en partie, et que l'écoulement de l'eau ne s'opère qu'imparfaitement. Aussi, plus tard, employa-t-on de préférence de petits canaux souterrains formés de fascines ou de gazons soutenus par de grosses branches d'arbres. Enfin, cette pratique agricole se régularisa en Angleterre et en Écosse, telle qu'on la suit encore aujourd'hui sous le nom de *drainage* (de l'anglais *to drain*, sécher). Les conduits sont formés, soit par des tuiles demi-cylindriques, dites *tuiles à drains*, reposant sur des tuiles plates, appelées *semelles*, soit plutôt par des tuyaux de terre cuite communiquant les uns avec les autres. L'eau s'introduit à travers les joints qui existent entre les extrémités des tuyaux, et s'écoule d'une manière continue.

Les effets du drainage sont nombreux et très importants ; l'eau stagnante, restant en contact avec le sol, s'amasse bientôt et s'écoule à sa surface en entraînant les principes solubles et efficaces des engrais et de

Digitized by Google

la terre elle-même. En outre, l'évaporation de cette eau produit un abaissement considérable de température, et ce refroidissement du sol n'est pas un des moindres inconvénients que le drainage a pour but de prévenir. La présence de cette eau empêche enfin l'accès de l'air atmosphérique autour des racines des plantes; le drainage, au contraire, en faisant écouler cette eau, détermine dans l'intérieur même du sol un courant d'air qui se renouvelle lorsque les pluies arrivent à la surface, car elles entraînent avec elles, en s'infiltrant dans le terrain, une nouvelle quantité d'air atmosphérique. La nécessité de renouveler ainsi l'air autour des racines des plantes, a été clairement établie, comme nous l'avons vu par les expériences de MM. Boussingault et Lévy sur l'air confiné dans la terre végétale.

Pour arriver à ce desséchement, dont nous venons de démontrer l'importance, on établit un *réseau* de drains comprenant un système de tuyaux de divers diamètres appelés *petits drains*, *drains principaux*, ou *collecteurs* de premier ordre, de second ordre, et ainsi de suite, les collecteurs de chaque ordre recevant les eaux de ceux de l'ordre inférieur. Il faut commencer par ouvrir des tranchées au fond desquelles on place les tuyaux de drainage; les tranchées où sont disposés les petits drains doivent être creusées les premières; on les dirige suivant les lignes de plus grande pente du terrain pour faciliter l'écoulement de l'eau. La profondeur et l'écartement de ces petits drains ne peuvent être fixés d'une manière absolue; aussi trouve-t-on des systèmes tout à fait opposés. L'ingénieur anglais Smith conseille de n'écarter les drains que de 6 mètres à 8 mètres, et de leur donner seulement $0^m,80$ de profondeur; tandis qu'un autre ingénieur, Parkes, prescrit de les écarter de 13 à 20 mètres, en leur donnant $1^m,33$ de profondeur. Le premier de ces systèmes est avantageux dans le cas où l'on rencontre un sous-sol imperméable à $0^m,80$ de profondeur, tandis qu'il faut préférer le second si le sol comprend une couche très perméable de 2 mètres environ. En moyenne, on place les drains à $1^m,20$ de profondeur et à 9 ou 10 mètres environ de distance les uns des autres.

Les tranchées où l'on doit placer les petits drains, étant une fois établies, on creuse celles qui recevront les collecteurs de premier ordre. Celles-ci doivent être plus profondes que les premières et dirigées suivant les horizontales inférieures des différentes portions du terrain où se trouve un système de petits drains ayant une direction spéciale. On creusera ensuite des tranchées pour les collecteurs de second ordre, s'il y a lieu, et ainsi de suite, jusqu'à ce que l'on puisse réunir dans un seul collecteur les eaux qui proviennent des collecteurs de l'ordre inférieur le dernier collecteur sera donc dirigé suivant la ligne de thalweg du terrain.

La communication des drains avec les collecteurs se faisant par des

Digitized by Google

tuyaux auxiliaires qui ne doivent pas avoir une très grande inclinaison, il y aura lieu, dans certains cas, de modifier la disposition ordinaire. Le terrain peut offrir, par exemple, une grande différence de niveau entre deux parties où sont situés deux collecteurs dépendants l'un de l'autre, ou sur le parcours d'un même collecteur; on construit alors ce qu'on appelle un *regard:* c'est un puits circulaire avec un revêtement intérieur de maçonnerie, dans lequel viennent déboucher à différentes hauteurs les drains qu'on ne peut faire communiquer autrement, et les eaux s'écoulent par un tuyau situé au niveau du fond du regard.

Il faut avoir soin, quand on fait ouvrir les tranchées, de commencer le travail par la partie la plus basse, et d'aller toujours en remontant, afin que les eaux qui peuvent arriver dans les tranchées s'écoulent constamment et avec facilité.

Il ne reste plus qu'à placer les tuyaux de drainage au fond des tranchées, et cette pose se fait en allant de l'amont à l'aval, afin que les tuyaux ne se remplissent pas d'eaux bourbeuses, qui pourraient les obstruer en partie.

On remplit enfin les tranchées, en y rejetant la terre qu'on a extraite du sol pour les creuser, en ayant soin de la tasser à mesure qu'on la jette dans la tranchée.

Les tuyaux qu'on emploie pour le drainage se fabriquent avec des argiles qu'il faut débarrasser avec soin des graviers et des corps étrangers qui peuvent s'y trouver. Si, par exemple, il s'y rencontrait du carbonate de chaux, la cuisson le transformant en chaux vive, cette chaux, en absorbant l'eau, s'échauffe, se délite et peut occasionner la rupture du tuyau.

Les tuyaux ne doivent pas être trop poreux, car la gelée les ferait éclater; on doit s'assurer qu'ils n'absorbent pas plus de 15 pour 100 de leur poids d'eau en les laissant plongés dans ce liquide pendant dix heures environ; en outre, au bout de ce temps, l'absorption d'eau ne doit plus augmenter. On emploie quelquefois un autre procédé pour voir si les tuyaux ont une résistance suffisante pour ne pas craindre l'effet de la gelée : on les imbibe d'une dissolution saturée de sulfate de soude, et on les abandonne à l'air. Le tuyau ne doit pas se briser.

On doit choisir la belle saison pour faire les travaux nécessaires à l'établissement d'un système de drainage : on a moins à craindre à cette époque les dégâts qu'occasionneraient des pluies survenant pendant les travaux; la terre est en outre plus sèche, et l'on peut laisser les tranchées ouvertes pendant quelques jours, ce qui, en chauffant et en aérant le sol, constitue un avantage réel.

Digitized by Google

ASSOLEMENTS.

Si l'on emploie d'une manière continue une certaine étendue de terrain à la même culture, on voit bientôt les récoltes diminuer de valeur, et l'on reconnaît, au contraire, qu'il est très avantageux de faire succéder sur un même terrain des cultures différentes. Cette pratique, universellement adoptée aujourd'hui, a reçu le nom d'*assolement*, et l'on appelle *rotation* le mouvement cultural qui fait succéder périodiquement sur un même sol une série de récoltes différentes.

En considérant les analyses nombreuses que nous avons données des cendres des végétaux, on est conduit, par la diversité même de leur composition, à conclure que chaque plante épuise le sol d'une manière spéciale, de sorte que, en faisant succéder dans un certain ordre les différentes cultures, on peut conserver plus longtemps le sol productif. Néanmoins cette influence des assolements serait très faible si l'on opérait sur un sol privé d'engrais, et d'où l'on enlèverait avec soin ce que les diverses cultures peuvent y introduire. C'est que le sol s'enrichit après chacune des phases de la rotation des débris qu'y a laissés le végétal de cette phase. Aussi l'ordre à suivre dans la rotation est très important. Une plante, dont les organes aériens sont très développés, comme la pomme de terre, par exemple, emprunte surtout à l'air atmosphérique les éléments qui lui sont nécessaires ; il sera donc convenable de faire succéder à cette récolte celle du froment, qui emprunte très peu à l'air et presque tout au sol, auquel on a restitué d'ailleurs, par l'enfouissement des fanes de pomme de terre, une partie des éléments que cette plante lui avait enlevés.

En un mot, il faut toujours faire succéder une plante très épuisante à une plante qui l'est fort peu. L'étude approfondie des assolements a fait supprimer dans plusieurs pays la *jachère*, qui consistait à faire produire au sol deux récoltes de céréales et à le laisser improductif une troisième année. Pendant cette année de repos, on donnait à la terre plusieurs labours pour enfouir les mauvaises herbes, et l'on fumait pour restaurer les terres épuisées par les récoltes de céréales.

On reproche, avec juste raison, à ce mode de culture, de laisser improductif le tiers des terres arables, lorsque ces mêmes terres peuvent être cultivées utilement, puisqu'elles laissent pousser des plantes de mauvaise qualité. On substitue maintenant quelquefois à la jachère morte une culture de plantes légumineuses, qui comporte des sarclages et qui permet ainsi d'extirper les mauvaises herbes. Toutefois, dans beaucoup de contrées où la terre n'a pas une grande fécondité et où les récoltes sarclées ne paient pas les dépenses qu'elles occasionnent, la jachère est

Digitized by Google

encore un excellent moyen de restituer au sol la fécondité qu'il a perdue et qu'on ne peut lui rendre par beaucoup de fumier; c'est aussi le moyen le plus économique d'expulser les plantes parasites.

On introduit souvent dans la rotation le *trèfle*, comme *plante améliorante;* cette plante sert d'abord à la nourriture des bestiaux, et la dernière coupe de l'année est enfouie dans le sol, afin d'augmenter ainsi la fertilité. Mais, comme nous l'avons dit, en parlant de l'utilité des assolements, si l'on perpétuait sur un sol la culture du trèfle, les récoltes iraient toujours en diminuant : le trèfle agit comme plante améliorante par rapport à une culture différente qui le suit; mais il enlève lui-même au sol certains principes minéraux. Il faut donc y faire succéder une plante qui n'exige pas ces mêmes principes.

Cette considération de la composition des cendres des plantes est générale dans tous les assolements. Après avoir récolté sur un terrain une plante riche en principes alcalins, il faut y cultiver une plante renfermant une forte proportion de silice (M. Malaguti).

Nous terminerons l'étude des assolements en donnant les formules des rotations suivies aux deux fermes-écoles françaises de Grignon et de Grand-Jouan.

GRIGNON.	GRAND-JOUAN.
1° Pommes de terre.	1° Choux.
2° Blé de printemps.	2° Sarrasin.
3° Trèfle.	3° Froment.
4° Froment.	4° Avoine d'hiver.
5° Fèves.	5° Trèfle et ray-grass.
6° Colza.	6° Pâturages.
7° Blé.	
8° Fourrages divers.	

AMENDEMENTS.

La valeur d'un sol arable variant avec les proportions relatives des éléments qui le constituent, on comprend qu'il est possible de modifier avantageusement la nature d'une terre, en y introduisant les éléments qui y manquent ou qui y sont en trop faible quantité. Ainsi, dans un terrain trop sablonneux, il faut introduire du calcaire ou de l'argile, et presque toujours l'un et l'autre; une terre trop forte, au contraire, doit recevoir du sable, et surtout du calcaire. En un mot, il faut toujours chercher à établir, dans un sol, des proportions convenables de ces trois éléments principaux : sable, argile et calcaire; on arrive à ce but au moyen des *amendements*.

Les amendements peuvent être *siliceux*, *argileux* ou *calcaires*.

Digitized by Google

Certaines terres sont améliorées par l'introduction de graviers ou de sable fin : ainsi, dans quelques départements (Ain, Saône-et-Loire, Jura), une partie des terres trop tenaces a été modifiée par l'addition d'une certaine quantité de sable ; mais cette opération a l'inconvénient d'introduire dans le sol une substance presque inerte, ne contenant pas de substances organiques, et qu'il faudrait en quelque sorte *azoter* par son séjour dans les écuries ou dans les cours de ferme.

L'argile pure s'emploie quelquefois pour augmenter la consistance des terres ; nous avons déjà indiqué, en traitant des sols d'argile pure, la manière d'utiliser ce sol pour le *colmatage*. L'argile calcinée est mélangée aux terres très fortes, en Angleterre et en Écosse, dans la mesure de 270 à 340 hectolitres par hectare (M. Caillat). Cette opération se fait avec assez d'économie lorsqu'on peut faire servir à la calcination de l'argile les végétaux qui ont poussé sur le sol même, comme nous le verrons en parlant de l'*écobuage*. L'argile, ainsi préparée, peut encore agir à la manière du sable et du calcaire sur les terres tenaces, et si la calcination n'a pas été trop vive, elle conserve assez de porosité pour absorber quelques-uns des principes fertilisants de l'atmosphère.

Les amendements calcaires, qui sont plus importants que les précédents, par suite de leur emploi très répandu, comprennent la chaux, la marne et les sables de mer, presque tous très riches en carbonate de chaux.

CHAULAGE.

La chaux qu'on doit employer comme amendement est la chaux grasse ; celle-ci se délite beaucoup en absorbant l'humidité de l'atmosphère et du sol, et acquiert ainsi une grande ténuité, qui est la cause principale de son action mécanique comme divisant. Pour obtenir de bons résultats, il faut favoriser autant que possible cet état de division : aussi doit-on chauler avec de la chaux fraîchement calcinée ou conservée à l'abri de l'eau hygrométrique ; sans cette précaution, on multiplierait inutilement les frais de transport, car l'hydrate de chaux contient un cinquième d'eau. Il faut s'abstenir, en outre, de chauler par un temps humide, car alors la chaux se grumelle ; sa répartition est beaucoup plus difficile ; elle absorbe moins promptement l'acide carbonique ; elle conserve plus longtemps sa causticité, et elle peut dans cet état exercer une influence fâcheuse sur les racines des plantes. C'est ordinairement à la fin de l'été, lorsque les terres sont sèches, qu'on procède au chaulage. Pour certaines cultures, telles que celles de la betterave et de la pomme de terre, on chaule avant la plantation.

Pour incorporer la chaux vive dans un sol, on en forme des tas de 22 à 30 litres, espacés de 5 à 6 mètres. Lorsqu'elle est réduite en poudre

Digitized by Google

impalpable par l'hydratation, on l'étend aussi régulièrement que possible avec des pelles; on achève la répartition en faisant passer la herse sur le terrain chaulé et en le soumettant à quelques légers labours.

On emploie des quantités de chaux très variables sur des sols qui ont cependant quelque similitude. Ainsi, lorsqu'en France on met en moyenne annuellement de 3 à 5 hectolitres de chaux par hectare, on en répand de 8 à 10 en Allemagne, et de 100 à 600 en Angleterre. Il est prudent de ne se déterminer pour un chaulage quantitatif qu'après quelques essais préalables (M. Boussingault).

L'action de la chaux n'a pas encore été expliquée d'une manière complète, mais on connaît ses effets nombreux et importants. La chaux détermine par sa causticité la désagrégation des matières organiques, qui se transforment en terreau après avoir subi la fermentation putride; elle préserve les plantes des insectes et des maladies. Son emploi est indispensable quand on veut livrer à la culture des terrains tourbeux où l'acidité est excessivement nuisible; c'est par l'apparition de certaines plantes acides comme les oxalis, etc., qu'on est averti de la nécessité de chauler les terres.

La chaux, une fois introduite dans la terre, se transforme rapidement en hydrate et en carbonate de chaux, qui conserve le même état de ténuité que l'hydrate. La chaux, en décomposant les sels ammoniacaux qui se trouvent dans le sol, fournit aux plantes de l'ammoniaque ou ses éléments. Elle peut déterminer, en réagissant sur l'air atmosphérique, la formation d'azotates; enfin, par son mélange avec la terre et différentes substances organiques, elle forme un engrais fertilisant.

L'efficacité du chaulage des terrains argileux a été expliquée par la mise en liberté de la potasse et de la soude provenant des silicates alcalins, combinés avec l'alumine dans les argiles, et qui, au contact de la chaux, se transforment en silicate de chaux (M. Liebig).

Les effets du chaulage se font sentir pendant un laps de temps assez considérable, bien que l'action de la chaux comme caustique doive être limitée à un temps assez court, à cause de sa rapide transformation en carbonate. Mais il faut observer que ce carbonate, très divisé, se dissout facilement dans l'eau chargée d'acide carbonique; or, le bicarbonate soluble agit sur l'argile à la façon de la chaux (M. Liebig). En outre, le carbonate de chaux lui-même transforme, par voie humide, les silicates alcalins en carbonates, et donne naissance à du silicate de chaux hydraté (M. Kuhlmann). Ces faits viennent à l'appui de l'explication que nous venons de donner, et conduisent à admettre que la chaux fait perdre à l'argile sa plasticité en décomposant les silicates doubles qu'elle renferme, et sur lesquels l'eau n'aurait qu'une action très lente; ils permettent de croire que la potasse et la soude, mises en liberté par la chaux, viennent augmenter la fertilité de la terre.

Digitized by Google

Enfin, le carbonate de chaux qui reste dans le sol décompose les sels ammoniacaux et les transforme en carbonate d'ammoniaque; il peut, en outre, en déterminant la combinaison des éléments de l'air atmosphérique, favoriser la formation d'acide azotique, qui fixe l'ammoniaque.

L'action du carbonate de chaux est assez développée pour que dans certains cas on emploie avec avantage comme amendement de la craie poreuse et délitable; mais, dans ce cas, il faut que ce calcaire ait subi l'influence des pluies d'automne et des gelées pour arriver à un état de désagrégation convenable.

MARNAGE.

La *marne* est un mélange de craie et d'argile qui se trouve dans un grand nombre de sous-sols; c'est un amendement très précieux pour l'agriculture, et qu'on n'a pu reproduire artificiellement; en cherchant à imiter cette substance, on n'a obtenu que des produits ayant des propriétés tout à fait différentes.

On distingue diverses variétés de marne : la *marne siliceuse* ou *sablonneuse*, où le sable remplace l'argile, car elle ne renferme souvent qu'un tiers d'un mélange d'argile et de craie; elle ne s'emploie que pour diviser certaines terres fortement argileuses; la *marne argileuse* ou *forte*, qui convient surtout aux sols sablonneux; enfin, la *marne calcaire* ou *pierreuse*, qui est la meilleure et la plus employée. Cette marne se délaie assez facilement dans l'eau et se dissout dans l'acide chlorhydrique en laissant un très faible résidu. Si on la calcine, puis qu'on la mette en contact avec l'eau, elle s'échauffe et se délite beaucoup.

Il est important, avant d'employer cet amendement, de constater par l'analyse du sol à marner et par celle de la marne la nature et la quantité des éléments qu'ils renferment respectivement; car ce serait une opération inutilement dispendieuse d'introduire dans un sol calcaire, argileux ou sablonneux, une marne qui ne lui apporterait que des éléments dont il est suffisamment pourvu.

Pour arriver à connaître par l'analyse la valeur d'une marne, on commence par déterminer la quantité d'eau qu'elle perd par la dessiccation. Traitant alors un poids connu de cette marne par de l'acide chlorhydrique, on chasse l'acide carbonique. La perte de poids indique la proportion de ce gaz, et permet par suite de calculer la quantité de carbonate de chaux que contient la marne proposée. Cette analyse très simple ne conduit pas toujours à apprécier exactement la richesse relative d'une marne, car certaines marnes renferment des *noyaux calcaires* qui ne se désagrègent pas et ne produisent par conséquent aucun effet. Aussi faut-il faire une analyse par lévigation pour déter-

Digitized by Google

miner la partie de la marne qui se délite dans l'eau et avoir ainsi la proportion de marne réellement efficace. Ce n'est que par cette méthode que l'on pourra déterminer la quantité relative de marne que demandent divers terrains.

Il est donc très important, dans le choix des marnes, d'observer la facilité avec laquelle elles se divisent; quelquefois elles subissent les influences atmosphériques en très peu de temps, tandis qu'on en trouve qui ne se délitent qu'après une exposition à l'air d'une année et plus. On remarque que ce ne sont pas les marnes compactes, à aspect marbré, qui présentent cet inconvénient, mais celles à forme de poudingue, dans lesquelles le calcaire se réunit ainsi en noyaux.

Il n'existe pas de documents positifs sur la quantité de marne à employer; souvent même on abuse de ce moyen. M. Puvis, dans d'excellents mémoires sur cette question, établit qu'il est inutile de recourir au marnage pour tout sol qui contient plus de 3 pour 100 de calcaire. D'ailleurs, pour fixer la quantité de marne nécessaire, il faut avoir égard, en outre, à la richesse de la marne en calcaire et à l'épaisseur de la couche labourable du sol à marner.

On a constaté qu'une marne renfermant 67,5 pour 100 de carbonate de chaux devait être employée à la dose de 20 mètres cubes par hectare, pour produire en général de bons résultats (M. de Gasparin).

La marne cède à l'eau du bicarbonate de chaux et des traces d'azotate de chaux; on y a trouvé aussi des carbonates alcalins (M. Kuhlmann). Cet amendement apporte enfin dans le sol des matières azotées; les marnes du Bas-Rhin, du Gers et de l'Yonne renferment 1 à 2 millièmes d'azote (MM. Boussingault et Payen).

Voici les résultats de l'analyse de marnes employées comme amendements :

Argile, sable et oxyde de fer.	84,525	82,830	76,827	74,325	69,570	64,214	60,065
Carbonate de chaux	12,275	14,111	18,808	20,246	25,176	32,143	36,066
Carbonate de magnésie. . .	0,975	traces	1,228	3,211	2,223	1,544	1,106
Potasse	0,087	0,082	0,092	0,091	0,105	0,101	0,163
Eau.	2,036	2,146	2,111	1,311	1,934	1,520	1,555
Ammoniaque.	0,004	0,007	0,098	0,076	0,073	0,095	0,057

(M. Krocker.)

De quelque nature que soit une marne destinée à modifier un sol, elle doit avoir pour principale propriété de se déliter promptement; car, soit qu'elle agisse mécaniquement en s'interposant dans un sol trop argileux ou trop sablonneux, ou chimiquement, en raison de la faculté absorbante de son calcaire; soit enfin qu'elle apporte avec elle une proportion notable d'azote, ces effets seront d'autant plus assurés que la marne sera dans un plus grand état de division.

L'emploi de la marne exige le même soin que celui de la chaux; on

Digitized by Google

doit en faire des petits tas placés à égales distances, et ne les répartir sur le sol que lorsqu'ils sont complétement délités, ce qui exige assez souvent le concours alternatif de la chaleur de l'été et des gelées; l'eau pénètre alors les marnes, les divise et les fait éclater.

L'effet du marnage est incontestable : on a vu les récoltes de céréales sur un sol marné doubler et presque tripler après cette opération agricole ; mais l'effet de cet amendement doit être limité par la quantité de chaux que les plantes enlèvent au sol marné, et par la richesse de la marne en élément calcaire. La production du sol augmentant par le marnage, il est nécessaire d'augmenter aussi la dose des engrais ; les avantages de cet amendement ne se manifestent souvent qu'après un ou deux ans.

On utilise quelquefois comme amendement calcaire des débris de démolitions : en Italie, par exemple, et dans le département de l'Ain, on obtient des résultats excellents et de longue durée, en employant ces plâtras qui doivent leur efficacité à la grande quantité de sels solubles, et en particulier, d'azotates de chaux et de magnésie, qui s'y trouvent mélangés au carbonate de chaux.

Pour compléter l'étude des amendements calcaires, il nous reste à parler des amendements spéciaux qui ne se trouvent que dans certaines localités, et dont l'emploi se trouve par suite assez restreint. C'est ainsi qu'on substitue à la marne, en Angleterre et dans quelques départements de la France, des débris de coquilles fossiles, connus sous le nom de *falun* ou *calcaire coquillier*. Cet amendement est presque exclusivement composé de carbonate de chaux et de débris de matières organiques.

On trouve aussi au fond de la mer, près des côtes, ou sur le rivage même, des sables calcaires, très avantageusement utilisés pour l'agriculture. Ces *sables de mer* comprennent le *maerl* et le *treaz*, qu'on trouve près des côtes du Finistère, et la *tangue*, si répandue sur les plages du département de la Manche.

MAERL.

Le *maerl* ou *merl* est un mélange de concrétions calcaires et de débris de coquillages ; on distingue la variété rameuse et la variété en rognons, qui renferme une grande quantité d'annélides dont on n'a pas tenu compte dans les analyses suivantes, et qui cependant augmentent l'efficacité du maerl par la matière animale dont ils l'enrichissent. Cet amendement paraît aussi augmenter l'efficacité des fumiers sur les terres où on l'emploie. Le merl se drague près de l'embouchure des rivières dans les rades de Brest et de Morlaix, et s'emploie presque aussitôt après son extraction. Voici la composition du maerl de la rade de Brest :

Digitized by Google

	Variété rameuse.	Variété en rognons.
Carbonate de chaux	79,90	75,02
Carbonate de magnésie	traces	traces
Sable	accidentel	accidentel
Silice combinée	1,75	1,9
Sulfate de chaux	traces	traces
Oxyde de fer	traces	traces
Eau de combinaison	17,02	21,58
Sels solubles de l'eau de mer	traces	traces
Matières organiques azotées	1,05	1,50

(M. Besnou.)

TREAZ.

Le *treaz* ou *trez* est un sable caillouteux, mélangé de débris assez gros de coquillages ; on en emploie jusqu'à 40,000 kilogrammes par hectare ; il se trouve sur les plages en pente douce du Finistère.

Nous donnons les résultats de l'analyse de ce sable calcaire, et en outre de la vase de rivière, beaucoup moins riche en calcaire que le treaz, et qu'on emploie aussi comme amendement.

	TREAZ de la rade DE BREST.	SABLE de la baie DE DOUARNENEZ.	VASE de la rivière DE LANDERNEAU.
Carbonate de chaux	70,00	45,00	15,40
Sable	29,00	51,50	73,66
Phosphate de chaux	0,95	»	»
Alumine	»	1,50	3,73
Oxyde de fer	»	0,05	»
Sels solubles de l'eau de mer	inappréciables	1,10	1,33
Matières organiques azotées	à peine sensibl.	à peine sensibl.	»
Débris de végétaux	»	»	6,86

(M. Besnou.)

TANGUE.

La *tangue*, ou *cendre de mer*, est un sable pulvérulent, que l'on recueille dans les baies et près de l'embouchure des rivières, sur le littoral du département de la Manche.

On a reconnu que les rivières à l'embouchure desquelles se forme la tangue ont coulé sur des terrains schisteux ou granitiques (M. de Caumont). Cela fait supposer que la mer est le principal producteur de la quantité considérable de tangue qu'on extrait annuellement, et qui peut s'évaluer à 2 millions de mètres cubes (M. Is. Pierre).

Les diverses variétés de tangue ont été l'objet d'un travail important de M. Is. Pierre. Nous mentionnerons ici les principales conclusions et quelques-unes des analyses consignées dans ce mémoire.

Digitized by Google

Les tangues, qui sont formées sans doute par les débris de coquilles et de roches broyées par l'action de la mer, sont des mélanges de carbonate de chaux, d'argile, de sable quartzeux feldspathique et micacé, contenant une petite quantité de sels (chlorures, sulfates, phosphates) et de matières organiques plus ou moins azotées.

En les soumettant à la lévigation, on a obtenu, dans certains cas, une matière ténue, contenant relativement une plus grande quantité de carbonates de chaux, de phosphates et d'azote que les tangues ordinaires.

On n'emploie les tangues qu'après une exposition à l'air de plusieurs mois, pendant lesquels on les remue de temps en temps; elles augmentent de près d'un dixième de leur volume dans ces circonstances.

Les diverses variétés de tangues ne s'emploient pas indistinctement; car un des effets de cet amendement étant d'agir mécaniquement sur le sol par le sable et l'argile qu'elles renferment, on devra préférer les tangues argileuses ou *grasses* pour les sols sablonneux, et les tangues sablonneuses, dites *légères* ou *vives*, pour les terres fortes.

Les tangues les plus estimées sont celles qui contiennent les plus grandes quantités de carbonate de chaux ; et les terrains sur lesquels cet amendement produit les meilleurs effets sont précisément ceux où manque l'élément calcaire, ce qui fait supposer que le carbonate de chaux est l'élément le plus important, sinon le seul actif dans la tangue. Cependant les sels et les matières organiques azotées qui s'y trouvent doivent avoir aussi une certaine influence sur le sol; toutefois la faible proportion de chlorure de sodium empêche d'attribuer, comme on le croit vulgairement, une action marquée à ce sel.

Voici les compositions des diverses variétés de tangues :

	TANGUE VIVE du pont de la Roque.	TANGUE GRASSE du pont de la Roque.	SABLON de Cherbourg.	TANGUE d'Isigny.	TANGUE HAVELÉE de Lessay (très estimée).	MATIÈRE obtenue par la lévigation de la tangue de Lessay.
Matières combustibles ou volatiles.	6,78	5,90	2,45	0,55	3,39	3,92
Chlore	0,03	0,04	0,32	0,15	0,92	»
Acide sulfurique	0,43	0,32	0,02	0,10	0,41	»
Acide phosphorique	1,24	0,68	0,13	0,15	0,28	0,31
Carbonate de chaux	51,21	46,72	24,24	31,41	52,12	53,31
Magnésie	0,23	1,30	0,57	0,11	0,16	0,15
Soude et potasse solubles	0,40	0,30	0,26	0,21	1,13	»
Silice soluble	0,57	0,16	traces	»	traces	»
Alumine et oxyde de fer	0,65	0,30	0,14	0,36	0,35	0,84
Matières insolubles dans l'acide azotique faible	37,92	44,32	71,91	66,66	41,10	41,43
Perte et matières non dosées	0,54	— 0,04 *	— 0,04	0,30	0,14	0,04
Azote pour 100 de matière sèche	0,86	0,82	0,12	0,36	1,37	1,36

* Les nombres affectés du signe — indiquent une surcharge.

(M. Is. PIERRE.)

Digitized by Google

ÉCOBUAGE.

Il est possible, dans certains cas, d'amender un terrain et de l'enrichir en principes minéraux et organiques assimilables, en employant le sol lui-même et les végétaux qui s'y trouvent. On arrive à ce résultat par l'*écobuage*.

Ce procédé consiste à séparer la couche superficielle d'un sol recouvert de mauvaises herbes; cette couche est ensuite divisée en mottes qui, après avoir été séchées, sont soumises à une combustion lente; on les dispose pour cela en monceaux, la partie herbacée étant placée à l'intérieur, et l'on procède à la combustion, à peu près comme pour la fabrication du charbon de bois. Les mottes, une fois incinérées, puis refroidies, sont répandues sur le sol.

Dans cette opération, l'argile du sol se dessèche, devient friable, et cesse de pouvoir faire pâte avec l'eau. D'un autre côté, les cendres des plantes étant riches en principes alcalins assimilables, constituent un très bon stimulant; enfin, dans cette combustion incomplète, une grande partie des produits organiques volatils est absorbée par l'argile devenue poreuse; de sorte que l'écobuage introduit dans le sol des substances organiques azotées susceptibles d'accroître sa fertilité. Ce qui prouve qu'il faut attribuer, dans les bons effets de l'écobuage, une certaine part à ces principes organiques que la combustion n'a pu complétement détruire, c'est que, si l'incinération est trop complète, le sol peut devenir stérile. On peut s'assurer, du reste, en chauffant deux portions égales d'une même terre, soit à l'air libre et en remuant souvent, soit dans une cornue, que le résidu, qui contient à peine quelques traces d'azote dans le premier cas, en renferme une quantité sensible dans le second (M. Malaguti).

Il est facile de comprendre, d'après ce qui précède, qu'il n'y a lieu d'appliquer l'écobuage qu'à des terres fortes, et où se trouvent en abondance des plantes avec tiges et racines et du terreau. Les sols légers et sablonneux ne s'améliorent pas en général par l'écobuage. Cependant, en Angleterre, on écobue certains sols crayeux; dans ce cas, le carbonate de chaux est en partie décomposé par la chaleur, et l'on opère ainsi une sorte de chaulage.

On voit donc, en résumé, que l'écobuage rend le sol moins consistant, augmente sa porosité et sa perméabilité; il détruit aussi les insectes et les mauvaises herbes; enfin, il introduit dans le sol des principes assimilables qui ont une action très avantageuse.

Digitized by Google

Avant de traiter des engrais proprement dits, nous parlerons de l'emploi de certaines matières minérales comme fertilisantes. Ces substances doivent être distinguées des amendements, parce que leur action n'est pas purement mécanique comme celle de la marne ou du sable. Leur mode d'emploi diffère également de celui des amendements : les sels minéraux dont nous allons parler sont employés à une dose très faible comparativement à celle qu'on adopte pour la chaux, la marne, etc.; enfin, ces substances sont simplement répandues sur les végétaux ou sur le sol, et non mélangées à la terre, comme on doit le faire pour les amendements qui sont destinés à modifier la composition du sol. Les matières dont on se sert le plus généralement et que nous étudierons, sont : le *plâtre*, les *cendres* et le *sel marin*.

PLATRAGE.

Le gypse est formé de 80 parties de sulfate de chaux et de 20 parties d'eau. Il constitue alors le *plâtre cru*. On lui donne le nom de *plâtre cuit* lorsqu'on lui a enlevé par la calcination les deux équivalents d'eau qu'il contenait. On peut l'employer en agriculture sous l'un ou l'autre état ; seulement, le plâtre cuit se réduit facilement en poudre, et son expansion sur les plantes ne présente pas autant de difficultés que celle du plâtre cru. Bien que dans certaines localités on fasse usage du plâtre, en l'incorporant au sol au moment des labours d'automne, on l'emploie plus généralement en saupoudrant les plantes le matin, lorsqu'elles sont encore humides. Cette méthode a pour effet de répartir plus également le plâtre, qui ne se détache des plantes que lentement, à mesure qu'elles se dessèchent ou que le vent les agite (M. Boussingault).

Les conditions atmosphériques dans lesquelles on opère cette expansion du plâtre ont beaucoup d'influence sur ses effets. Les grandes pluies, le froid, sont tout à fait défavorables, et l'on a reconnu qu'une gelée très faible paralyse l'action du plâtre, lors même que la température est favorable par la suite (Thaer).

C'est un fait acquis à l'agriculture que le plâtrage ne doit être pratiqué que sur des terres convenablement engraissées, et qu'il est sans aucun effet sur les terres maigres et appauvries. Il y a même de l'avantage à substituer, comme on le fait dans certains pays, à l'emploi direct du plâtre, un mélange de plâtre et de fumier. Ce fumier plâtré semble même avoir de l'efficacité dans des cas où le plâtre seul n'agit pas ; car il faut remarquer que si l'on améliore beaucoup par le plâtrage la culture des légumineuses, du trèfle, du sainfoin, de la luzerne, il paraît inutile de répandre ce sel sur les prairies naturelles, les récoltes sarclées et les céréales.

On emploie en général de 500 à 600 kilogrammes de plâtre par hectare;

Digitized by Google

le plâtrage n'est effectué que tous les cinq ans environ sur un même terrain.

Le plâtre paraît convenir à presque tous les terrains, pourvu qu'ils ne soient pas trop humides. Cependant, son action paraît nulle sur les terrains d'alluvion récente, ou sur ceux qui renferment une certaine quantité de sulfate de chaux (M. de Gasparin). On l'emploie sur des sols calcaires, et l'on a même avancé que la présence du carbonate de chaux était nécessaire pour que le plâtre pût agir (M. Rieffel).

Nous avons fait observer que le plâtrage produisait d'excellents effets dans la culture des légumineuses, mais était inutile pour celle des céréales. Le mode d'action du plâtre n'a pu jusqu'ici être expliqué d'une manière satisfaisante, et les meilleurs esprits sont encore divisés sur ce sujet.

On a cru d'abord que le plâtre, étant absorbé par les plantes, ne devait convenir qu'à celles dont les cendres sont riches en sulfate de chaux (Davy). Cette opinion était basée sur des analyses de trèfle récolté sur un terrain plâtré ; les cendres de ce trèfle contenaient beaucoup de sulfate de chaux. Des expériences faites depuis, dans le but d'examiner cette hypothèse, ont fait voir que de la luzerne récoltée sur un terrain plâtré ne renfermait pas de sulfate de chaux après incinération (M. de Gasparin). L'opinion de Davy n'est donc pas d'accord avec les faits.

M. Liebig n'attribue au plâtre d'autre faculté que celle de convertir en sulfate d'ammoniaque le carbonate de cette base, tenu en dissolution dans les eaux de pluie ou provenant des engrais, et qui tend toujours à se volatiliser et à priver ainsi le sol de la plus grande partie de ses principes azotés.

Cette hypothèse ne peut suffire pour rendre compte de l'action du plâtre, puisque ce sel ne convient pas à certaines cultures, auxquelles les sels ammoniacaux peuvent être profitables. Ainsi, l'emploi direct du sulfate d'ammoniaque produit de très bons effets sur les prairies naturelles, pour lesquelles le plâtre paraît inutile (M. Kuhlmann).

M. Boussingault suppose que le plâtre n'est efficace que par la chaux qu'il apporte dans le sol. Voici les faits sur lesquels repose cette hypothèse : En examinant comparativement les cendres de trèfle provenant de récoltes plâtrées et non plâtrées, la quantité de sulfate de chaux ne s'est pas trouvée en rapport avec l'amélioration produite par le plâtrage; d'un autre côté, les plantes qui éprouvent les meilleurs effets de l'emploi de ce sel ne sont pas celles dont la constitution exige l'intervention des sulfates ; enfin, en Flandre, on substitue au plâtre la chaux éteinte, les cendres de bois et de tourbe qui contiennent du carbonate de chaux en assez forte proportion.

Le sulfate de chaux se transformerait, d'après cette opinion, en sulfure de calcium par l'action des matières organiques du sol, puis en acide sulf-

Digitized by Google

hydrique et en carbonate de chaux; ce carbonate, formé peu à peu, se trouve par suite tellement divisé, qu'il est dans les conditions les plus favorables à être absorbé par les plantes après avoir passé à l'état de bicarbonate soluble. Aussi, dans les cendres du trèfle plâtré, on a trouvé une grande quantité de chaux comparativement à la faible proportion d'acide sulfurique qui y était contenue.

On sait, du reste, que les plantes n'exigent pas toutes les mêmes principes minéraux : dans le chaulage, qui produit de bons résultats sur les céréales, la chaux est employée en très grand excès; tandis que dans le plâtrage, qui ne s'exécute qu'à faible dose, on n'introduit dans le sol qu'une quantité de chaux relativement très faible; il faudrait employer ces substances à doses équivalentes pour pouvoir comparer leurs effets; enfin, l'accroissement d'efficacité du plâtre, lorsqu'on le mélange aux engrais qui renferment des substances organiques en décomposition et très propres à favoriser la transformation du sulfate en sulfure, puis en carbonate, semble venir à l'appui de l'opinion de M. Boussingault.

(M. Malaguti.)

Quelle que soit d'ailleurs la valeur de ces diverses théories, ce qu'il importe de constater, ce sont les effets remarquables que produit le plâtre. Les plantes qui ont été soumises à l'action de ce sel se distinguent par leur vigueur, et il n'est pas rare de doubler par le plâtrage les récoltes des prairies artificielles.

Dans certaines localités, où le plâtre est d'un prix élevé, on emploie quelquefois de l'*acide sulfurique*, étendu de mille fois son volume d'eau; cet acide, en présence du carbonate de chaux qui se rencontre presque toujours dans les terrains, forme du sulfate de chaux, et paraît opérer en effet comme le plâtre.

CENDRES.

Nous avons vu comment, dans l'écobuage, on enrichissait le sol en principes alcalins, en répandant à sa surface les cendres des végétaux qu'il avait produits. On comprend que cette pratique est limitée aux terrains recouverts d'herbes. Aussi se sert-on directement, comme stimulant, des cendres des divers combustibles.

Les cendres provenant de la combustion du bois sont formées principalement de carbonates et de silicates alcalins, pour la partie soluble; le carbonate de chaux, les phosphates terreux, un peu de chaux et de magnésie caustiques, sont les principales substances que renferme la partie insoluble. On n'emploie généralement en agriculture que les cendres ayant servi à obtenir les *lessives :* l'eau enlève aux cendres une grande partie des sels solubles, mais laisse une proportion notable

Digitized by Google

d'alcalis (Th. de Saussure). Cela tient surtout à la présence des silicates alcalins que l'eau enlève difficilement. Du reste, ces cendres ainsi lessivées, et qui sont connues sous le nom de *charrées*, contenant une quantité beaucoup moindre de carbonates alcalins, sont préférables, parce que les cendres non lessivées peuvent détruire les plantes, à cause de leur action caustique et brûlante.

Voici quelques analyses de charrées :

	CHARRÉE de NANTES.	CHARRÉE de LA ROCHELLE.	CHARRÉE de LA FLOTTE.
Matières organiques	9,80	6,00	2,90
Sels solubles dans l'eau	1,05	2,00	3,40
Carbonate de chaux	47,10	34,80	26,60
Oxyde de fer, alumine et phosphate de chaux	27,30	12,35	10,90
Silice	13,60	42,70	50,20
Magnésie et perte	1,15	2,15	6,00
	100,00	100,00	100,00

(MM. Bobierre et Moride.)

Les charrées conviennent surtout aux sols argileux ; on peut se dispenser, dans ce cas, d'employer des engrais organiques, car les cendres favorisent l'assimilation des gaz de l'atmosphère.

Les *cendres de tourbe* sont employées comme engrais dans le nord de la France et dans les Pays-Bas : leur action se rapproche plutôt de celle des amendements, car elles contiennent fort peu de sels solubles ; on y trouve surtout du carbonate de chaux, de la chaux caustique et un peu de sulfate de chaux.

Les *cendres de houille* doivent aussi être rangées parmi les amendements ; la grande quantité d'argile calcinée qui s'y trouve les rend très propres à augmenter la légèreté et la porosité du sol.

Enfin, on utilise aussi les *cendres de varechs*, très riches, comme nous l'avons vu, en principes alcalins.

SEL MARIN.

Les effets que le sel marin exerce sur les végétaux ont été différemment appréciés par les agriculteurs : les uns le considèrent comme nuisible ; les autres pensent au contraire que ce corps peut être employé avec beaucoup d'avantage dans certaines localités. Il paraît certain que le sel produit de bons effets lorsqu'on le répand sur des terrains

Digitized by Google

argileux et marnés ; il agit, soit comme corps excitant, soit comme pouvant fournir aux végétaux, à défaut de potasse, la soude qui est nécessaire à leur développement. Il résulte d'expériences faites sur l'usage du sel marin, que cet agent doit être employé en petite quantité à la fois, et seulement en présence de l'humidité; car par un temps de sécheresse, le sel peut détruire les feuilles et les plantes elles-mêmes. Le meilleur mode d'emploi est d'arroser, par un temps humide, avec une dissolution très faible de sel. D'ailleurs il nuit à la germination, et ne doit être versé sur les plantes qu'après leur sortie de terre.

(M. Becquerel.)

La quantité de sel que l'on doit employer dépend de la nature du sol et de celle du sous-sol ; si le sous-sol est perméable, il peut arriver que le sel ajouté ne produise aucun effet, et qu'il soit entièrement entraîné par les pluies.

Au reste, le sel n'est utile aux végétaux que dans certaines proportions, au delà desquelles il leur nuit évidemment. Pour évaluer ces proportions, il faut avoir égard aux quantités de sel déjà contenues dans les engrais, le sol et l'eau souterraine qui peut arriver aux racines (M. Chevreul). Cet effet fâcheux du chlorure de sodium, employé en grande quantité, a été démontré récemment par les expériences de M. Kuhlmann. Il est important de donner une assez grande quantité d'engrais aux terrains que l'on soumet au *salage ;* le sel, agissant en effet comme stimulant, ne peut suppléer aux engrais, et accroît au contraire les besoins de la plante.

On a reconnu que la présence de l'élément calcaire dans le sol était nécessaire pour que le sel produisît des effets convenables. D'un autre côté, on peut croire que le chlorure de sodium, étant mis en présence du carbonate de chaux très divisé, forme du chlorure de calcium et du carbonate de soude. Le sel marin produirait donc sur les sels calcaires un effet analogue à celui des cendres, en apportant aux plantes des principes alcalins. On pourrait, d'après cela, employer le sel marin sur les sols non calcaires, en le mélangeant préalablement à de la chaux, et laissant la réaction que nous venons de mentionner se produire lentement avant de répandre sur le sol ce nouveau stimulant composé de chlorure de calcium et de carbonate de soude (MM. Girardin et du Breuil).

Il existe encore d'autres substances minérales employées pour favoriser la végétation, mais d'un usage plus restreint que les précédentes. La *suie*, riche en substances salines et surtout en matières organiques, produit d'assez bons effets, analogues du reste à ceux de l'écobuage. Les substances improprement désignées sous le nom de *cendres noires* ou *pyriteuses*, de *cendres vitrioliques*, ont une action très vive due surtout aux sulfates acides de fer et d'alumine qui s'y trouvent mélangés avec de la craie, de l'argile, des sulfures et des oxydes de fer, et des matières orga-

Digitized by Google

niques; enfin, on a essayé de substituer aussi aux engrais du *salpêtre* ou des *sels ammoniacaux*.

ENGRAIS.

Quelle que soit la nature des amendements qui ont été employés pour fertiliser une terre arable, il arrive une époque où ces principes minéraux deviennent tout à fait insuffisants, en ce qu'ils ne donnent aux plantes qu'une partie des principes nécessaires à leur développement; les végétaux croissent dans un sol ainsi amendé, mais ils sont maigres et chétifs; leur récolte ne dédommage que très imparfaitement le cultivateur de ses soins et de ses dépenses. Pour rétablir dans le sol une fertilité convenable, il faut y introduire ce mélange de matières organiques végétales et animales en décomposition, auquel on a donné le nom d'*engrais*. L'engrais apporte dans le sol avec le carbone, l'oxygène, l'hydrogène et l'azote, des phosphates, des carbonates, des azotates, des sulfates, des silicates, des chlorures, etc., que les plantes s'assimilent et qui conviennent à leur développement.

L'emploi des engrais est le complément nécessaire de presque toutes les pratiques agricoles, qui ont principalement pour but de modifier les propriétés physiques du terrain où l'on doit ensuite introduire les substances nécessaires à la nutrition des plantes, avant de livrer enfin ce sol à la culture.

On ne peut apprécier exactement les valeurs relatives des divers engrais, car on ne connaît pas de relation précise entre l'efficacité d'un engrais et sa composition chimique; néanmoins on joint toujours à l'analyse d'un engrais sa richesse en azote; mais on ne pourrait établir d'une manière absolue la valeur relative des nombreuses substances azotées pouvant être utilement employées comme engrais, en indiquant la quantité d'azote qui s'y trouve. En effet, les engrais n'agissent pas seulement par l'azote qu'ils renferment, mais aussi par leur état physique, par les diverses matières minérales qu'ils contiennent, et sans doute aussi par les matières minérales non azotées, qui, en se décomposant, dégagent de la chaleur et fournissent en outre aux plantes de l'acide carbonique. On comprend d'après cela que de nombreuses matières de diverses provenances peuvent servir d'engrais; nous n'étudierons que les engrais le plus généralement employés.

FUMIER DE FERME.

Cet engrais est formé par le mélange des déjections des animaux et de la paille employée comme litière. Les excréments des animaux renfer-

Digitized by Google

ment, outre le carbone, l'hydrogène, l'oxygène et l'azote, des substances minérales formées principalement de sulfates, phosphates et chlorures alcalins et terreux. Ces mêmes sels se retrouvent dans les plantes; d'un autre côté, la décomposition des matières organiques des excréments et de la paille donne lieu à la formation d'acide carbonique et d'eau par la combustion du carbone et de l'hydrogène ; l'azote donne de l'ammoniaque: le fumier de ferme apporte donc dans le sol les éléments nécessaires à la nutrition des plantes.

La qualité du fumier de ferme peut varier suivant les animaux qui le produisent, la nourriture qu'ils reçoivent et la nature de la litière. Ainsi, il est certain que l'engrais de ferme dont la litière sera composée de paille de céréales contiendra plus de principes fertilisants, notamment d'azote, que l'engrais dont la litière aura été formée de débris organiques de toute nature. Cet engrais apportera dans le sol des quantités très appréciables de substances alcalines, salines et siliceuses, dans un état où les céréales, qui les contiennent en proportions notables, pourront facilement se les assimiler.

Pour obtenir le fumier de ferme, on répand sous les animaux de la litière qui, pour la meilleure qualité de l'engrais, doit être, autant que possible, de la paille de céréales en quantité suffisante pour absorber les déjections des animaux.

Cette disposition est facile à exécuter pour les chevaux, mais il n'en est point ainsi pour les bêtes à corne, et surtout à l'époque du printemps et de l'été, où les excréments des bestiaux sont extrêmement liquides. Il convient alors de pratiquer dans les étables des rigoles destinées à conduire dans des réservoirs les déjections liquides que la litière n'aurait pas absorbées.

Les étables à moutons ne nécessitent pas cette disposition; car, en raison de la solidité des excréments de ces animaux, la litière suffit toujours pour absorber les urines.

L'enlèvement des fumiers des écuries et des étables n'est point régulier. Dans les casernes de cavalerie, on renouvelle tous les jours la litière, après avoir enlevé le fumier et mis à part, pour la faire servir de nouveau, la litière qui n'est pas trop altérée; souvent on ne fait cette opération qu'une ou deux fois par semaine; enfin, dans certaines exploitations, on met tous les jours de la litière neuve sur l'ancien fumier, et l'on ne s'arrête que lorsque l'élévation de l'écurie ou de l'étable ne permet plus d'y accumuler le fumier. Si l'on ne devait avoir en vue que la confection du fumier, il est certain que par ce dernier procédé on obtiendrait de très bons résultats : la litière, brisée par le piétinement des animaux, s'imprégnerait plus sûrement de leurs déjections et subirait plus facilement une désorganisation ultérieure; mais il faut considérer aussi la santé des animaux, et il est démontré que dans

Digitized by Google

les écuries et les étables où l'on procède ainsi, l'air est vicié par un dégagement notable d'ammoniaque.

Le fumier, enlevé des étables, est transporté dans des fosses où il ne tarde pas à s'échauffer, à entrer en fermentation et à laisser dégager du carbonate d'ammoniaque. Il est important de modérer cette fermentation; car si elle était trop rapide, elle laisserait dissiper en pure perte de l'azote.

On modère la fermentation en maintenant dans la masse un certain degré d'humidité, en répandant tous les jours sur la fosse de nouveaux fumiers qui empêchent la température de s'élever rapidement, et qui peuvent agir aussi en absorbant les principes volatils de la fermentation.

Pour empêcher dans la confection du fumier la déperdition d'azote, on peut convertir en sulfate d'ammoniaque le carbonate d'ammoniaque volatil qui tend à se dégager. Cette conversion s'opère en saupoudrant de sulfate de chaux les tas de fumier (M. Schattenmann).

On doit se garder, comme on le fait dans certaines contrées, de remuer le fumier pour hâter sa décomposition ; on perd ainsi une quantité considérable d'ammoniaque.

Les précautions que l'on peut prendre pour éviter les déperditions qui ont lieu pendant la fermentation des fumiers sont toujours utiles. Gazzeri a prouvé, en effet, qu'en quatre mois le fumier de cheval perdait plus de la moitié de la matière sèche qu'il contenait avant la putréfaction. M. Payen a trouvé également que du fumier de couche qui avait cessé de fermenter avait perdu les deux tiers de son azote primitif.

On pourrait croire, d'après ces observations, qu'il y aurait avantage pour le cultivateur à transporter directement le fumier des étables sur le sol sans lui laisser éprouver la fermentation des fosses; mais est-il bien certain que cette fermentation, dont on peut du reste prévenir les inconvénients, n'est pas nécessaire pour mettre les matières organiques des engrais dans un état d'assimilation convenable?

La dispersion du fumier frais sortant des écuries, sur les terres, ne peut être pratiquée qu'en petite culture: le transport journalier du fumier frais sur les terres d'une grande exploitation nécessite de grandes dépenses; tandis que le transport du fumier des fosses, dont le volume est diminué de moitié, s'effectue d'une manière convenable dans l'hiver, où la main-d'œuvre est moins chère, où les attelages n'ont pas d'autre occupation, et où les terres, presque nues, peuvent être facilement amendées.

Les questions qui se rapportent à l'emploi du fumier frais ou fermenté ne sont pas encore résolues; toutefois les agriculteurs les plus distingués semblent actuellement donner la préférence au fumier qui n'a pas encore éprouvé de fermentation.

Digitized by Google

Voici la composition élémentaire du fumier de ferme :

	Fumier desséché à 110°	Fumier frais.
Carbone	35,8	7,41
Hydrogène	4,2	0,87
Azote	2,0	0,41
Oxygène	25,8	5,34
Sels et terre	32,2	6,67
Eau	»	79,30
	100,0	100,00

(M. BOUSSINGAULT.)

Les déjections des animaux sont quelquefois répandues directement sur le sol : ainsi, dans le *parcage*, on réunit pendant la chaleur du jour, et pendant la nuit, les troupeaux de moutons sur un espace resserré et entouré de claies. Un mouton peut ainsi, en une nuit, fumer un espace d'un mètre carré. Ce mode de fumure est très efficace, parce qu'il n'y a aucune déperdition solide ou liquide des déjections du mouton.

ENGRAIS SUISSE.

Dans quelques parties de la Hollande, de la Belgique, et surtout en Suisse, on fait peu usage de la litière ; celle qui a servi est enlevée et lavée, pour être de nouveau employée sous les animaux, mais toujours en petite quantité.

Pour ne rien perdre des déjections, on pratique derrière les animaux une rigole dans laquelle se rendent toutes les urines ; on y dirige aussi les matières solides qu'on délaie avec de l'eau. Cette rigole, dont on lève la vanne, communique avec des citernes placées dans la terre ; la dimension de ces citernes est telle, que chacune d'elles suffit au service d'une semaine, et souvent à celui d'un mois. Lorsque la fermentation s'annonce par le dégagement de quelques bulles, on jette dans la citerne du sulfate de chaux pour convertir le carbonate d'ammoniaque en sulfate ; on vide la citerne au moyen d'une pompe communiquant avec des tonneaux qui conduisent le produit de chaque semaine sur les terres en culture.

Le service hebdomadaire pour l'enlèvement de cet engrais liquide, nommé *lizier*, peut avoir quelques inconvénients, mais aussi le cultivateur a constamment à sa disposition un engrais liquide qui ne nécessite pas de litière, et dont les bons effets sont constatés par la prospérité agricole des pays où on l'emploie.

Digitized by Google

ENGRAIS FLAMAND.

En Flandre, on fait avec les matières liquides et solides provenant des déjections un engrais qui paraît puissamment contribuer à la fertilité de ce pays. Cet engrais se met en provision dans de vastes citernes, où on le puise à mesure des besoins et où l'on apporte de nouvelles matières pour remplir les vides ; de telle sorte qu'il reste toujours dans ces citernes une certaine quantité des anciennes matières, qui concourent à déterminer une fermentation dont la durée doit être de quelques mois pour que l'engrais flamand ait acquis toutes ses propriétés fertilisantes : ce qu'on reconnaît, du reste, à la viscosité qu'il contracte par son séjour prolongé dans les citernes. Cette fermentation est lente et elle occasionne peu de déperdition. On ajoute assez souvent à cet engrais des tourteaux, qui y éprouvent une désagrégation favorable à l'assimilation de leurs principes fertilisants (M. Kuhlmann).

Le produit des vidanges n'est cependant pas toujours soumis à une fermentation préalable ; lorsque les chemins sont praticables et que l'époque de la fumure est arrivée, ce produit, recueilli dans les grands centres de population, est directement conduit sur les champs pour y être répandu.

On ne conçoit pas que l'exemple du bon effet de cet engrais n'ait pas encore déterminé l'emploi général en agriculture des matières fécales qu'on laisse perdre sur presque tous les points de la France.

L'odeur des matières fécales a été jusqu'à présent un des principaux obstacles à leur emploi. En les mélangeant à des substances charbonneuses, on est arrivé à les désinfecter à peu près entièrement (MM. Salmon et Payen). Tous les sels métalliques qui agissent sur le sulfhydrate d'ammoniaque, et que l'on peut se procurer à bon compte, tels que le sulfate de fer, le chlorure de manganèse, les sels de plomb, etc., opèrent la désinfection des matières fécales.

POUDRETTE.

Depuis près d'un demi-siècle, on confectionne, surtout dans les environs des grandes villes, avec la partie solide des matières fécales, un engrais pulvérulent appelé *poudrette*, qui, quoique peu persistant, communique une grande activité à la végétation. Il suffit d'examiner le mode de préparation de cet engrais pour reconnaître qu'on n'utilise ainsi qu'une portion des matières fécales, et qu'on laisse perdre en pure perte une partie importante de leurs principes fertilisants.

Dans la fabrication de la poudrette, les matières fécales liquides et

Digitized by Google

solides sont reçues dans des bassins superposés munis de vannes de décharge ; au bout de quelque temps, il se fait un départ ; on ouvre les vannes pour faire écouler dans les égouts les urines dont on ne tire aucun parti ; on enlève les matières solides pour les répandre sur des terrains inclinés, où à mesure qu'elles se dessèchent, on les remue avec des pelles pour les convertir en matières pulvérulentes.

Il est évident qu'on perd ainsi toute la substance liquide si riche en azote, et qu'on laisse dégager en pure perte par l'exposition à l'air, par la dessiccation, par le remuement fréquent, une partie des sels ammoniacaux.

Néanmoins la poudrette présente, sous un faible volume, une grande quantité de sels, et surtout de phosphates, dont la présence augmente toujours l'efficacité d'un engrais.

En distillant la poudrette à 200° ou 300°, on a obtenu, sur 100 parties, 52,3 d'un liquide ammoniacal, et 47,3 de résidu sec, renfermant surtout des sels ammoniacaux fixes. La matière contenue dans la poudrette donne, par la distillation sèche, environ 0,126 d'ammoniaque, et en renferme une quantité à peu près égale à l'état de carbonate.

(M. Jacquemart.)

La poudrette de Montfaucon et celle de Bercy renferment :

Matières organiques	29,00	24,10
Sels solubles alcalins	0,43	0,85
Carbonate d'ammoniaque	traces	»
Carbonate de chaux	3,87	7,36
Sulfate de chaux	3,87	4,00
Phosphate ammoniaco-magnésien	6,55	5,45
Phosphate de chaux	3,46	1,44
Matières terreuses	24,82	43,20
Eau	28,00	13,60
	100,00	100,00
Azote	1,78	1,98

(M. Soubeiran.)

Les matières fécales sont encore employées en agriculture, après avoir été mélangées avec de la terre végétale carbonisée ; par ce procédé, la désinfection est opérée, et l'on obtient un engrais très estimé, connu sous le nom de *noir animalisé*.

GUANO.

On trouve sur les îlots de la mer du Sud et sur les côtes sud-ouest de l'Afrique, des couches de 17 à 20 mètres d'épaisseur, formées par des

Digitized by Google

excréments d'oiseaux; ces excréments constituent le *guano*, engrais très puissant, qui est aujourd'hui l'objet d'un commerce assez étendu.

Le guano renferme en proportions considérables des urates, des oxalates, des phosphates et des carbonates d'ammoniaque. La composition est d'ailleurs très variable, selon sa provenance, comme on le voit par les analyses suivantes de divers échantillons.

	Guanos d'Afrique.			Guanos d'Amérique.		
Matières organiques combustibles (acides urique, oxalique, ulmique)	39,5	37,0	42,59	11,3	36,5	35,0
Ammoniaque à l'état de carbonate, urate, etc.	9,5	9,5		31,7	8,6	7,5
Sels alcalins fixes, sulfates, phosphates, chlorures	7,3	6,5	7,08	8,1	6,5	8,2
Phosphates de chaux et de magnésie	17,5	18,0	22,89	22,5	20,5	22,5
Oxalate de chaux	»	»	»	2,6	»	»
Sable et matières terreuses	1,3	0,5	0,81	1,6	1,5	2,6
Eau	25,0	28,5	27,13	22,2	26,0	25,0
	100,1	100,0	100,00	100,0	100,0	100,8

On fabrique en Angleterre du guano artificiel en mélangeant de la poussière d'os, du sel marin, des sulfates de chaux, de soude et d'ammoniaque, et de l'urine.

Le guano est un engrais très actif, qui doit être employé avec ménagement; on le mélange quelquefois au plâtre, ce qui empêche la perte, par volatilisation, des sels ammoniacaux.

Les fientes des poules, et surtout celle des pigeons, constituent aussi des engrais très favorables, la *poulaitte* et la *colombine*.

Les fientes récentes de ces oiseaux renferment :

	Pigeon.	Poule.
Matières organiques (débris de plumes, acide urique, urate d'ammoniaque)	18,11	16,20
Matières salines (phosphate et carbonate de chaux, sels alcalins, etc.)	2,28	5,24
Gravier et sable siliceux	0,61	5,66
Eau	79,00	72,90
	100,00	100,00

(M. Girardin.)

NOIR ANIMAL.

Le noir animal qui a servi dans les raffineries à la clarification du sucre forme, après cet emploi, un engrais très usité, surtout dans l'ouest de la France; sa consommation annuelle s'élève à 12 millions de kilogrammes.

Digitized by Google

Le noir animal renferme d'abord du phosphate de chaux provenant des os qui ont servi à le préparer; en outre, quand il a servi au raffinage, il retient 20 à 22 centièmes environ de sang de bœuf coagulé, qui agissent comme 400 parties de sang liquide ou 100 parties de sang sec. C'est surtout cette matière animale qui développe dans le noir des propriétés fertilisantes si remarquables; le sucre, qui s'y trouve aussi en petite quantité, paraît nuisible à la végétation, ce qui fait qu'on n'emploie souvent cet engrais qu'après lui avoir fait subir la fermentation. (MM. Girardin et du Breuil.)

La composition des divers noirs est assez variable, comme le montre le tableau suivant :

PROVENANCE et nom DES NOIRS.	CHARBON et matière organique, y compris l'azote.	SELS solubles dans l'eau.	PHOSPHATE de chaux.	CARBONATES de chaux et de magnésie.	SILICE, alumine, oxyde de fer.	AZOTE sur 100 de l'engrais, sec.
Nantes	35,2	1,3	52,6	5,3	5,6	2,660
Marseille	17,1	1,8	63,2	11,8	6,1	1,853
Bordeaux.	21,5	1,7	63,9	9,9	3,0	1,653
Valenciennes . . .	9,7	3,3	70,0	11,5	5.5	0,750
Dunkerque. . . .	11,0	1,3	56,0	8,7	10,0	1,020
Lille	11,2	1,6	55,0	21,0	10,6	1,010
Paris	14,5	2,0	67,0	10,9	5,0	1,830
Orléans.	11,7	3,3	63,0	8,9	13,1	1,750
Hambourg	20,5	1,7	55,8	5,4	16,6	1,730
Russie	11,7	1,5	68,7	10,1	7,0	1,085
Trieste	17,9	1,3	62,1	9,7	9,0	0,980
Venise	14,0	0,5	75,0	5,5	5,0	1,450

(MM. MORIDE et BOBIERRE.)

Nous mentionnerons seulement l'emploi comme engrais d'autres substances azotées telles que les *débris des animaux*, le *sang desséché*, les *os pulvérisés*, les *chiffons de laine*, les *boues des villes*, les *vases des étangs*, etc.

ENFOUISSEMENT DES VÉGÉTAUX.

L'*enfouissement des récoltes en vert* est encore un mode de fumure assez avantageux, comme nous l'avons dit en parlant de la culture du trèfle comme plante améliorante; mais il faut avoir soin de ne cultiver dans le but de les employer comme *engrais verts*, que des plantes empruntant à l'atmosphère les principes qui leur sont utiles; car le sol, étant épuisé, ne peut servir que de support.

On emploie généralement pour ces enfouissements des plantes légumineuses, telles que le lupin, les fèves et les vesces; ou bien encore la spergule, le tabac, le sarrasin, le *madia sativa* et les navets.

Digitized by Google

Ce n'est pas seulement par leurs facultés hygrométriques, et parce qu'elles apportent dans le sol des matières azotées, que les plantes enfouies contribuent à l'acte de la végétation ; il faut tenir compte aussi des matières salines qu'elles renferment, et dont la présence explique l'efficacité de l'enfouissement de toutes les plantes marines de la famille des algues, qui sont recueillies sur les côtes de Normandie, de Bretagne, d'Écosse et d'Irlande, pour augmenter la fertilité du sol.

COMPOSTS.

Nous terminerons l'étude des engrais en parlant de ces mélanges artificiels pouvant servir comme substances fertilisantes et connues sous le nom de *composts*. On les obtient en mélangeant entre eux les divers engrais que nous avons cités précédemment, et y ajoutant du plâtre, de la suie, de la marne, des débris de démolition, etc. Parmi les nombreuses recettes données pour fabriquer ces composts, nous citerons celle de l'*engrais Jauffret*. Pour le préparer on réunit des mauvaises herbes, des menues branches d'arbres, des fougères, etc., et l'on en forme une meule qu'on arrose avec de la *lessive* ou *levain d'engrais*. On obtient ce levain en délayant dans l'eau, de manière à former 10 hectolitres de lessive, les matières suivantes :

Urines et matières fécales	100 kil.
Suie de cheminée	25
Plâtre en poudre	200
Chaux vive	30
Cendres de bois non lessivées	10
Sel marin	0,500
Salpêtre raffiné	0,320
Levain d'engrais d'une opération précédente, pouvant être remplacé par des matières fécales	25

On arrose la meule avec cette lessive à plusieurs jours de distance ; les matières s'échauffent, fermentent, se désagrégent et constituent un engrais qui, dans certains cas, présente de l'avantage et de l'économie.

QUANTITÉ D'ENGRAIS A EMPLOYER.

Quoique l'emploi des engrais soit justifié par la fertilité qu'ils communiquent aux sols arables et par l'abondance des récoltes, cet emploi doit cependant être limité et se répartir de préférence sur plusieurs années, au lieu d'être appliqué en une seule fois pour obtenir plusieurs récoltes successives. Des expériences précises ont prouvé qu'en doublant la quantité de guano, c'est-à-dire en employant, en une seule année, pour la fumure de trois ans, 600 kilogrammes de cette substance au lieu

Digitized by Google

de 300 par hectare, les récoltes avaient été loin d'équilibrer la dépense, puisque, dans les trois années réunies, il n'avait été obtenu qu'un excédant de récolte de 400 kilogrammes de foin pour un excédant de guano de 300 kilogrammes. Un résultat tout différent eût été obtenu si les 600 kilogrammes de guano avaient été répandus par tiers chaque année.

(M. Kuhlmann.)

Pour les plantes qui puisent dans l'atmosphère les principes servant à leur développement, ou qui, devant être enfouies en vert, restituent au sol plus qu'il ne leur a fourni, les engrais doivent être ménagés, et leur quantité doit être sagement calculée par les cultivateurs, pour ne pas enfouir des valeurs qui, sans être précisément inutiles au sol, ne seraient pas payées par les produits obtenus. Il n'en est plus de même, lorsqu'il s'agit de plantes qui, tout en recevant quelques-uns des principes de l'atmosphère, s'approprient en bien plus grande quantité ceux du sol; c'est ce qui a lieu pour les céréales, les choux, les betteraves, les pommes de terre, les navets, le chanvre, le lin, le pastel, la garance. Il faut alors réparer l'épuisement du sol en rendant aux terres par d'abondants engrais les principes organiques que les récoltes successives leur ont enlevés.

EMPLOI DES SELS AZOTÉS.

Après avoir reconnu que les engrais ont la propriété d'apporter dans le sol l'azote, cet élément indispensable à l'accroissement des végétaux, on a été amené à rechercher s'il ne serait pas utile de présenter l'azote aux plantes sous une autre forme et dans un état plus assimilable, en employant des azotates, des sulfates, des chlorhydrates et des carbonates d'ammoniaque.

L'agriculture pratique n'est pas encore entrée dans cette voie; nous ne pouvons donc qu'appeler son attention sur des expériences faites par des hommes dont l'autorité scientifique est encore rehaussée par l'expérience agricole.

La première idée de l'emploi des sels ammoniacaux dans l'agriculture est due à M. Liebig, qui a constaté la présence des sels ammoniacaux dans les eaux de pluie et de neige, qui ramènent constamment ces sels au sol, où les racines des plantes en absorbent une partie.

L'action remarquable du guano, qui contient des urates, des oxalates, des phosphates et des carbonates d'ammoniaque, est venue encore démontrer tout ce qu'on pouvait espérer de l'emploi direct des sels azotés sur les sols en culture.

M. Schattenmann a étudié d'une manière directe les effets du sulfate et du chlorhydrate d'ammoniaque sur la végétation.

Ses expériences, qui datent de 1843, ont été faites avec des dissolu-

Digitized by Google

tions de ces sels marquant un degré à l'aréomètre de Baumé ; la dose était de 100 hectolitres par hectare. Les effets de ces sels sur le froment ont été des plus prononcés, et sur des prairies naturelles ils ont été tels que les prairies ont rendu 10,000 kilogrammes de foin par hectare, tandis que ces mêmes prairies n'en donnent que 5,000 lorsqu'elles n'ont pas reçu de sels ammoniacaux. M. Schattenmann a reconnu en outre que ces mêmes sels, si efficaces sur les froments et les prairies naturelles, n'exercent aucune action sur le trèfle et la luzerne.

M. Kuhlmann s'est livré à une série d'expériences dont nous allons essayer de reproduire les principaux résultats. Il a examiné, sur une vaste prairie dont toutes les parties étaient dans les mêmes conditions, l'action des sels ammoniacaux et de l'azotate de soude : les effets de ces sels ont été comparés aux productions ordinaires de cette prairie sans engrais, à celles de cette même prairie ayant reçu pour engrais une dissolution gélatineuse, de l'urine de cheval et de l'engrais flamand.

La dissolution gélatineuse provenait de l'ébullition des os dans l'eau : ce liquide contenait 2,5 pour 100 de gélatine impure et altérée.

L'eau ammoniacale des usines à gaz était celle dans laquelle on faisait passer le gaz pour le purifier ; il y amenait une certaine quantité d'ammoniaque, que M. Kuhlmann a convertie en chlorhydrate par l'addition de l'acide chlorhydrique provenant de la décomposition des os pour en obtenir la gélatine : c'était donc une solution de chlorhydrate d'ammoniaque à 4° qui a été employée dans cette expérience.

Les résultats des expériences de M. Kuhlmann sont consignés dans le tableau suivant :

Numéros d'ordre.	NATURE DE L'ENGRAIS EMPLOYÉ.	Quantité par hectare.	Prix pour 100 kil. transportés sur les terres.	Quantité de foin récolté sans addition d'engrais, par hectare.	Quantité de foin supplémentaire due à l'engrais.	Prix du foin pour 100 kil.	Dépense.	Recette.	DIFFÉRENCE exprimant le bénéfice par + et la perte par —
		kil	fr. c.	kil.	kil.	fr.	fr. c	fr. c.	fr. c.
1	Chlorhydrate d'ammoniaque.	266	100,00	4000	1716	8	266,00	137,28	— 128,72
2	Sulfate d'ammoniaque.	266	60,00		1233		159,60	98,64	— 60,96
3	Azotate de soude	133	65,00		800		86,45	64,00	— 22,45
4	Azotate de soude	266	65 00		1723		172,90	137,84	— 35,06
5	Eau ammoniacale des usines à gaz.	lit. 5400	1,00		2300		54,00	184,00	+ 130,00
6	Dissolution gélatineuse des fabriques de noir animal. . .	21666	0,75		2493		162,49	199,44	+ 37,00
7	Urines de cheval.	21666	0,75		2240		162,49	179,20	+ 17,20
8	Engrais flamand.	21666	0,75		3433		162,49	274,64	+ 112,64

En considérant cette expérience sous le point de vue pratique, ainsi que l'a fait M. Kuhlmann, on reconnaît que l'emploi des sels ammoniacaux et de l'azotate de soude, tels qu'on se les procure dans le commerce,

Digitized by Google

occasionne une perte d'un tiers sur la dépense; mais cette perte serait restreinte si l'on tenait compte du produit des regains.

Il faut ensuite faire remarquer que la valeur des sels employés n'est aussi élevée que parce qu'on ne les trouve dans le commerce que dans un état de pureté convenable aux industries qui les emploient, ou parce qu'à leur entrée en France ils sont passibles d'un droit de douane que l'État perçoit sur l'azotate de soude; tandis que si leur usage en agriculture se propageait, on utiliserait les urines pour leur préparation, ou bien on obtiendrait sans doute du gouvernement une diminution des droits qu'il perçoit à la frontière. Mais le n° 5 du tableau doit surtout fixer l'attention par ses résultats remarquables; car avec une dépense de 54 francs on a obtenu en une seule récolte un bénéfice net de 130 francs. M. Kuhlmann, au moyen de cette dissolution de sel ammoniacal, a pu effectuer quatre coupes d'herbe dans une année. A la vérité, on doit faucher avant la floraison : c'est un fourrage qu'on donne en vert aux vaches et aux chevaux.

M. Kuhlmann a continué ses expériences en 1844; les résultats ont confirmé ceux qu'il avait obtenus l'année précédente.

On remarque en agriculture que l'effet des engrais n'est pas toujours limité à l'année où on les répand sur les terres; il était donc important de s'assurer si l'emploi des sels azotés exerçait une influence au delà de l'année où on les avait employés. Cette recherche a été l'objet d'expériences que M. Kuhlmann a faites en 1845, en tenant compte du poids de la récolte de cette année, sur laquelle il n'avait été fait aucun usage d'engrais; il a constaté que ces récoltes, qui avaient donné un si grand excédant en 1844, en raison de l'engrais ammoniacal qu'elles avaient reçu, étaient toutes inférieures en poids à celle qui servait de terme de comparaison et qui n'avait reçu aucun engrais.

Ainsi les sels ammoniacaux exercent sur la végétation une influence qui cesse d'avoir son effet sur les récoltes suivantes; mais, en 1846, M. Kuhlmann s'est assuré que l'emploi de l'engrais ammoniacal ranimait la végétation et que la récolte était en tout comparable à celle de 1844.

Après avoir ainsi démontré que la part principale de l'action des engrais appartient aux principes azotés, M. Kuhlmann a aussi déterminé l'influence des principes alcalins qui se trouvent dans les plantes, et dont l'action sera d'autant plus efficace qu'on les présentera aux végétaux dans des conditions de solubilité telles que leur absorption se fasse graduellement et sans que les pluies en fassent perdre une partie.

Dans ces expériences, l'auteur a surtout démontré combien les phosphates et le sel marin, associés aux sels azotés sous certaines conditions d'humidité, étaient favorables à la végétation.

Les résultats sont exprimés dans le tableau suivant :

Digitized by Google

NUMÉROS D'ORDRE.	NATURE DE L'ENGRAIS EMPLOYÉ EN 1845 PAR HECTARE.	RÉCOLTE OBTENUE en foin.	RÉCOLTE OBTENUE en regain.	RÉCOLTE OBTENUE TOTAL.	EXCÉDANT dû à l'engrais en foin.	EXCÉDANT dû à l'engrais en regain.	MANQUANT dû à l'engrais en foin.	MANQUANT dû à l'engrais en regain.	RÉSUMÉ de l'année 1845.	RÉCOLTE EN FOIN OBTENUE EN 1846 par une nouvelle addition des mêmes quantités d'engrais.	EXCÉDANT DE FOIN dû à l'engrais.	MANQUANT DE FOIN dû à l'engrais.	RÉSUMÉ des années 1845 et 1846.
		kil.	kil	kil.									
1	Aucun engrais	5608	2136	7744	»	»	»	»	»	3319	»	»	»
2	200 chlorhydrate d'ammoniaque	7665	1723	9388	2057	»	»	413	+ 1644	5576	2057	»	+ 3700
3	200 chlorhydrate d'ammoniaque et 300 silicate de potasse	7510	1676	9216	1932	»	»	460	+ 1472	5680	3160	»	+ 3632
4	300 silicate de potasse	6000	1660	7660	392	»	»	476	— 84	3523	4	»	— 80
5	200 chlorhydrate d'ammoniaque et 300 carbonate de soude cristallisé.	8353	1987	10340	2715	»	»	149	2596	5703	2184	»	+ 4780
6	300 carbonate de soude cristallisé	6140	1950	8090	532	»	»	166	+ 346	3336	»	182	+ 164
7	200 chlorhydrate d'ammoniaque et 150 phosphate de soude cristallisé.	8100	2080	10180	2492	»	»	86	+ 2436	5263	1744	»	+ 4180
8	150 phosphate de soude cristallisé	6960	2417	9377	1552	281	»	»	+ 1633	3430	»	89	+ 1544
9	200 chlorhydrate d'ammoniaque et 500 phosphate de chaux des os.	8107	2107	10214	2499	»	»	29	+ 2470	6026	2307	»	+ 4977
10	500 phosphate de chaux des os	7595	1857	9450	1785	»	»	299	+ 1486	3670	150	»	+ 1676
11	200 chlorhydrate d'ammoniaque et 1000 cendres de tabac.	8037	2090	10157	2459	»	»	46	+ 2413	5850	2330	»	+ 4743
12	1000 cendres de tabac	5910	2180	8090	502	44	»	»	+ 546	3666	147	»	+ 191
13	200 chlorhydrate d'ammoniaque et 4000 cendres de houille.	7827	2303	10130	2219	167	»	»	+ 2386	5186	1667	»	+ 4053
14	4000 cendres de houille	6273	2350	8623	665	214	»	»	+ 879	2956	»	562	+ 317
15	200 chlorhydrate d'ammoniaque et 200 sel marin.	8350	2777	11127	2742	641	»	»	+ 3383	5823	2304	»	+ 5687
16	200 sel marin	6335	2570	8905	725	434	»	»	+ 1159	3966	447	»	+ 1606
17	200 chlorhydrate d'ammoniaque et 500 plâtre cuit.	7557	2117	9674	1949	»	»	19	+ 1930	5053	1854	»	+ 3464
18	500 plâtre cuit	5370	2237	7607	»	101	238	»	— 137	3103	»	415	— 552
19	200 chlorhydrate d'ammoniaque et 500 craie en poudre.	7050	1933	8963	1422	»	»	203	+ 1219	4960	1440	»	+ 2659
20	500 craie en poudre	5407	2113	7520	»	»	201	23	— 224	3186	»	332	— 556
21	500 chaux éteinte	5767	2303	8070	159	167	»	»	+ 326	3530	»	169	+ 157
22	200 azotate de soude et 300 chaux éteinte.	7520	2160	9680	1912	24	»	»	+ 1936	4583	1064	»	+ 3000
23	200 azotate de soude	7260	2283	9543	1652	147	»	»	+ 1799	4323	1004	»	+ 2803
24	800 tourteaux de lin	6143	2490	8633	835	354	»	»	+ 1189	4176	657	»	+ 1846
25	800 huile de colza	5483	2340	7823	»	204	125	»	+ 79	»	»	»	»
26	800 goudron de gaz	5507	2243	7750	»	107	191	»	+ 6	»	»	»	»

Digitized by Google

M. Kuhlmann a terminé la série de ses belles recherches par des expériences qui démontrent que dans les années de grande sécheresse l'emploi des sels non azotés qu'on rencontre ordinairement dans la cendre des végétaux tend à diminuer la récolte plutôt qu'à l'augmenter, que ces sels soient employés seuls ou qu'ils soient associés avec des sels à base ou à acide azoté.

Les résultats consignés dans le tableau suivant ont été obtenus en 1846, année fort sèche, et pendant laquelle, par conséquent, les matières salines employées n'étaient pas dans des conditions de solubilité convenables pour produire un effet continu et régulier. Ils confirment les résultats généraux du tableau précédent, et ils auraient probablement été tout autres si l'année eût été pluvieuse.

NUMÉROS D'ORDRE.	NATURE DES ENGRAIS répandus LE 20 AVRIL 1846 POUR 1 HECTARE.		FOIN récolté le 8 juin 1846.	EXCÉDANT dû aux engrais.	MANQUANT dû aux engrais.
		kilogr.			
1	Aucun engrais.	»	3323	»	»
2	Sel marin	67	2890	»	433
	Carbonate de soude sec	125			
	Sulfate de soude.	83			
	Silicate de potasse.	350			
	Chaux vive.	300			
	Phosphate de chaux des os. . . .	180			
3	Sel marin	67	4660	1337	»
	Azotate de soude.	200			
	Sulfate de soude.	83			
	Silicate de potasse	350			
	Chaux vive	300			
	Phosphate de chaux des os. . . .	130			
4	Azotate de soude	200	4726	1403	»

Nous avons essayé d'établir comment les végétaux croissent, se développent et parcourent toutes les phases de la vie végétale; nous avons indiqué comment la culture, par ses soins, son expérience et ses moyens, concourait à ce développement; nous avons présenté le résumé des expériences récentes entreprises dans le but de constater l'effet des sels azotés sur la végétation des plantes.

Digitized by Google

Quoique les résultats obtenus soient déjà satisfaisants, nous ne pouvons trop répéter que ces essais ne sont pas assez nombreux et assez généralement concluants, et qu'ils ne font pas encore assez autorité pour qu'on en fasse une application absolue dans de grandes exploitations. Les agriculteurs doivent expérimenter eux-mêmes avec réserve, sur une petite échelle d'abord, et en tenant compte de toutes les circonstances et de tous les résultats.

Il faut se rappeler que jusqu'à présent il n'y a rien de plus économique et de plus certain que l'emploi du fumier qui, en se décomposant lentement, à mesure que la végétation fait des progrès, donne successivement à la plante qui se développe les sels, les vapeurs ammoniacales et l'acide carbonique, qui sont utiles à son accroissement.

FIN DU TOME SIXIÈME.

Digitized by Google

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME SIXIÈME.

Pages.

CHIMIE ANIMALE 1
URÉE 2
Sels d'urée 5
Chlorhydrate d'urée 5
Azotate d'urée 5
Sulfate d'urée 6
Oxalate d'urée 6
Urées composées 6
Liste des principales urées composées 9
Éthylurée 9
Diéthylurée 9
Éthylméthylurée 10
Tétréthylurée 10
Méthylurée 10
Diméthylurée 10
Amylurée 10
Amyléthylurée 10
Phénylurée 11
Formule des principaux sels de phénylurée 11
Diphénylurée 11
Ethylphénylurée 12
Biuret 12
ACIDE URIQUE 12
Acide uroxanique 13
Urates 14
Urate neutre de potasse 14
Urate acide de potasse 15
Urate neutre de soude 15
Urate acide de soude 15
Urate acide d'ammoniaque 15
Urate neutre de baryte 15
Urate de strontiane 16
Urate de chaux 16
Urate acide de chaux 16
Urate acide de magnésie 16
Urate neutre de plomb 16
Urates de cuivre et d'argent 16

Digitized by Google

PRODUITS DE L'OXYDATION DE L'ACIDE URIQUE 17
ALLANTOÏNE 17
Acide lantanurique 17
Acide allanturique 17
Acide hydantoïque 18
Hydantoate de plomb 18
ALLOXANE 18
DÉRIVÉS DE L'ALLOXANE 19
ACIDE ALLOXANIQUE 19
Alloxanate neutre de potasse 19
Bialloxanate de potasse 19
Alloxanate neutre de soude 20
Alloxanate de baryte 20
Liste des principaux alloxanates 20
ACIDE MÉSOXALIQUE 20
ACIDE LEUCOTURIQUE 21
DIFLUANE 21
ACIDE MYCOMÉLINIQUE 21
ACIDE PARABANIQUE 22
Acide oxalurique 22
Oxaluranilide 22
ACIDE THIONURIQUE 22
ACIDE ALLOXANOSULFUREUX 22
Uramile 23
Acide uramilique 23
Acide uranulique 23
ALLOXANTINE 23
Acide dialurique 24
MUREXIDE 24
Acide purpurique 25
Murexane 25
Acide alliturique 26
Acide diliturique 26
ACIDE HYDRILURIQUE 26
Acide nitrohydrilurique 26
Tableau des dérivés de l'alloxane 27
OXYDE XANTHIQUE, XANTHINE, ACIDE UREUX 27
CYSTINE, OXYDE CYSTIQUE 28
ACIDE ROSACIQUE 28
ACIDE HIPPURIQUE 29
Hipparaffine 30
HIPPURATES 31
Hippurate de potasse 31
Bihippurate de potasse 31
Hippurate de soude 32
Bihippurate d'ammoniaque 32
Hippurate de baryte 32

Digitized by Google

Hippurate de strontiane. 32
Hippurate de chaux 32
Hippurate de magnésie 32
Hippurate de peroxyde de fer 33
Hippurate de cobalt. 33
Hippurate de nickel. 33
Hippurate de plomb. 33
Hippurate d'argent 33
ÉTHER HIPPURIQUE. 33
ACTION DE L'ACIDE AZOTIQUE SUR L'ACIDE HIPPURIQUE 34
ACIDE NITROHIPPURIQUE. 34
NITROHIPPURATES. 35
Formules des principaux nitrohippurates 35
ACTION DU BIOXYDE D'AZOTE SUR L'ACIDE HIPPURIQUE 36
ACIDE BENZOGLYCOLLIQUE. 36
Benzoglycollates. 36
Formules des principaux benzoglycollates. 37
ACIDE CYANURÉNIQUE. 37
HIPPOXANTHINE 38
CRÉATINE. 39
SELS DE CRÉATINE. 40
ACTION DES ACIDES SUR LA CRÉATINE 41
CRÉATININE 41
Formules des principaux sels de créatinine 41
ACTION DE LA BARYTE SUR LA CRÉATINE 42
SARKOSINE. 42
Formules des principaux sels de sarkosine. 43
ACTION DE L'OXYDE DE MERCURE SUR LA CRÉATINE 44
MÉTHYLURIAQUE. 44
Chlorure double de platine et de méthyluriaque. 44
Oxalate de méthyluriaque. 44
INOSITE. 45
ACIDE INOSIQUE 46
ACIDE CHOLIQUE. 47
Acide paracholique. 47
CHOLATES 48
ACTION DES ACIDES CONCENTRÉS SUR L'ACIDE CHOLIQUE 48
Acide cholonique 48
ACTION DE LA POTASSE SUR L'ACIDE CHOLIQUE. 48
Acide cholalique. 48
Cholalates 49
ACIDE CHOLOÏDIQUE 50
Choloïdates 50
ACIDE CHOLÉIQUE 51
ACIDE HYOCHOLIQUE 52
Acide hyocholoïdique. 52
Hyodyslysine 52

Digitized by Google

ACIDE CHÉNOCHOLIQUE 53
ACIDE LITHOFELLIQUE 53
Acide pyrolithofellique. 53
TAURINE. 54
CHOLESTÉRINE 56
ACTION DE L'ACIDE AZOTIQUE SUR LA CHOLESTÉRINE. 57
ACIDE CHOLESTÉRIQUE. 57
Acide choloïdanique. 58
HÉMATOCRISTALLINE. 58
HÉMATOIDINE. 59
MATIÈRES ALBUMINEUSES 61
PROTÉINE. 61
Acide xanthoprotéique. 61
Acide sulfoprotéique. 61
FIBRINE. 62
Analyses de la fibrine 65
ALBUMINE. 66
Analyses de l'albumine 69
Albuminate de plomb 70
PARALBUMINE 71
GLOBULINE 71
CASÉINE. 71
ACTION DE LA POTASSE SUR LA CASÉINE 73
TYROSINE. 73
Tyrosine nitrée 73
LEUCINE, OXYDE CASÉIQUE, APOSÉPÉDINE. 74
Azotate de leucine, acide nitroleucique 74
Acide caséique 75
ACTION DES CORPS OXYDANTS SUR LES MATIÈRES ALBUMINEUSES. 76
ACTION DES ALCALIS SUR LES MATIÈRES ALBUMINEUSES 76
Protide 76
Érythroprotide. 76
GLUTEN 77
Mucine 77
Caséine végétale. 77
Glutine. 77
AMANDINE 77
LÉGUMINE. 78
SUBSTANCES VITELLINES 78
VITELLINE 78
ICHTINE. 79
ICHTIDINE. 80
ICHTULINE 80
ÉMYDINE 81
MATIÈRES GÉLATINEUSES. 82
OSSÉINE. 82
Analyse de l'osséine. 82

Digitized by Google

GÉLATINE. 83
Action des corps oxydants sur la gélatine. 84
Valérocétonitrile. 84
Corps dérivés de la gélatine 85
Sucre de gélatine, glycocolle. 85
Formules des principaux sels de glycocolle. 85
Formules des composés de glycocolle avec les bases 85
Action de l'acide azoteux sur le glycocolle 86
Acide glycollique. 86
Acide homolactique 87
CHONDRINE 88
Fabrication de la colle. 88
Colle forte, gélatine 88
Liste des principales colles du commerce 90
Colle d'os. 91
Grénétine. 92
Colle forte liquide. 92
ICHTHYOCOLLE, COLLE DE POISSON. 92
CHITINE. 93
CONCHIOLINE. 94
FLUIDES ANIMAUX ET FONCTIONS ANIMALES. 95
SANG. 95
Propriétés physiques du sang 95
Examen microscopique du sang. 97
Globules du sang 97
Animaux à globules circulaires 98
Animaux à globules elliptiques 98
Examen chimique des globules du sang 99
Membranes enveloppant les globules du sang. 100
Matières grasses contenues dans les globules du sang 100
Matière colorante du sang. — Hématosine. 100
Hémaphéine 101
Hémacyanine 101
Coagulation du sang. 102
Sérum du sang 103
Séroline 104
Caillot 104
Circonstances qui influent sur la coagulation du sang 105
Méthodes d'analyses du sang. 106
Composition élémentaire du sang. 108
Composition élémentaire du sérum du sang 108
Composition élémentaire des globules du sang. 108
Composition centésimale des cendres laissées par le sang de divers animaux. 110
Analyse immédiate du sang. 111
Composition moyenne du sang veineux des deux sexes 113
Analyses comparatives du sang de 10 individus (hommes). . . . 114

Digitized by Google

Analyses comparatives du sang de dix individus (femmes). . . . 115
Modifications que le sang peut présenter dans les maladies. 115
Composition du sang dans les maladies. 117
Maladies dans lesquelles la fibrine augmente. 118
Composition du sang de quelques scrofuleux. 119
Sang dans l'albuminurie. 119
Sang d'un ictérique. 119
Sang d'un scorbutique. 119
Sang d'un cholérique. 120
Sang de diabétique. 120
Sang épanché dans la poitrine d'un individu mort par la rupture d'un anévrysme. 120
Sang dans les affections du cœur. 120
Composition du sang dans les différents vaisseaux pendant l'état de santé. 121
Analyse comparative du sang artériel et du sang veineux du cheval, du bœuf, de la brebis, du chien 121
Analyse du sang de la veine porte. — Sa composition comparée à celle du sang artériel. 122
Analyse du sang des veines hépatiques. — Sa composition comparée à celle du sang de la veine porte. 123
Composition du sang chez les différents animaux. 124
Influence de plusieurs substances alimentaires sur la proportion de matière grasse contenue dans le sang. 126

DIGESTION. 127
Aliments simples azotés. 127
Aliments simples non azotés. 127
FLUIDES DIGESTIFS. 127
SALIVE. 128
Composition de la salive humaine à l'état de santé. 129
Composition des cendres de la salive. 130
MÉTHODE D'ANALYSE DE LA SALIVE. 130
Ptyaline. 131
Composition de la salive à l'état morbide. 132
Tartre des dents. 132
Analyses de calculs salivaires humains. 133
Analyses de calculs salivaires de cheval. 133
Analyse d'un calcul salivaire d'âne. 134
Composition de la salive chez les animaux. 134
PROPRIÉTÉS PHYSIOLOGIQUES ET FONCTIONS DE LA SALIVE. 134
Quantités de salive absorbées par 100 parties de matière alimentaire. 136
SUC GASTRIQUE. 136
Chymosine, pepsine, gastérase. 137
PROPRIÉTÉS PHYSIOLOGIQUES DU SUC GASTRIQUE. 138
BILE. 139

Digitized by Google

Quantités de bile sécrétées dans vingt-quatre heures par différents animaux. 140
Composition chimique de la bile. 140
Analyse de la bile de bœuf. 140
Analyse de la bile de tortue. 141
Acide fellinique. 142
Acide cholinique. 142
Biline. 142
Acide bilifellique. 142
Acide cholinifellique. 142
Picromel 143
Biliverdine. 144
CORPS PROVENANT DE LA TRANSFORMATION DE LA BILE. 144
Acide cholique de Plattner et Gmelin. 144
Dyslysine de Plattner et Gmelin 144
Acides cholinique et fellique de Plattner. 145
Acide cholique de Demarçay. 145
Acide ammonifellique. 145
Biline. 145
Acide bilique. 145
Acide nitrocholique. 145
Cholacrol. 145
Acide choloïdanique. 146
CALCULS BILIAIRES. 146
Analyses de calculs biliaires. 146
Analyse d'un calcul biliaire de truie. 147
AMBRE GRIS. 147
Ambréine. 147
Acide ambréique. 148
PROPRIÉTÉS PHYSIOLOGIQUES ET FONCTIONS DE LA BILE. 148
Examen de la bile chez les animaux. 149
Analyses de biles diverses 149
SUC PANCRÉATIQUE. 149
Composition chimique du suc pancréatique du chien. 149
Composition chimique du suc pancréatique de la brebis. 149
Altération morbide du suc pancréatique. 150
PROPRIÉTÉS PHYSIOLOGIQUES ET FONCTIONS DU SUC PANCRÉATIQUE. . . 153
SUC INTESTINAL. 154
EXCRÉMENTS ET GAZ INTESTINAUX. 155
Mécohium. 155
Analyse des excréments avant la naissance.. 156
Analyse des excréments d'un enfant de six jours. 156
Cendres des excréments 157
Analyse d'excréments de poule et de coq. 158
Analyse d'excréments de chien. 158
Analyse d'excréments de cheval. 158
Analyse de la bouse de vache. 159

Digitized by Google

Analyse des cendres provenant des excréments de divers animaux. 159
MÉTHODE D'ANALYSE DES EXCRÉMENTS. 159
CALCULS INTESTINAUX. 160
Calcul intestinal humain. 160
Calcul intestinal de cheval. 161
RÉSUMÉ DES PHÉNOMÈNES CHIMIQUES DE LA DIGESTION. 161
CHYLE. 162
Sérum du chyle. 163
Caillot du chyle. 163
Caractères microscopiques du chyle. 163
Composition chimique du chyle. 164
Analyse du chyle de chien et de cheval. 165
Analyse du chyle de chat. 165
LYMPHE. 166
Analyse de la lymphe de l'homme. 166
Analyse de la lymphe de l'âne. 166
RESPIRATION. 166
Respiration cutanée. 167
Respiration pulmonaire 167
Perspiration. 167
Expérience de MM. Regnault et Reiset sur la respiration. 168
Quantités de gaz existant dans les deux sangs. 174
URINE. 175
Composition chimique de l'urine. 176
Composition de l'urine normale de l'homme. 176
Composition moyenne de l'urine chez l'homme et chez la femme. 177
DOSAGE DES MATIÈRES CONTENUES DANS L'URINE. 178
Composition des dépôts donnés par l'urine. 181
Influence du régime alimentaire sur la composition de l'urine. . . 181
URINE A L'ÉTAT PATHOLOGIQUE 182
Analyses d'urines diabétiques. 184
Urine visqueuse. 185
Urine d'un malade atteint d'un ramollissement des os. 185
Composition de l'urine chez les animaux. 186
CALCULS URINAIRES. 190
Analyse de calculs urinaires humains. 192
Analyse d'un calcul urinaire de cheval. 194
Analyse d'un calcul urinaire de tortue. 194
Analyse de calculs urinaires provenant de divers animaux. 194
Analyse d'un calcul urinaire de pélican. 195
LAIT 195
Quantités de lait qu'une vache peut produire. 197
COAGULATION DU LAIT. 198
Composition chimique du lait. 198
Composition du lait de femme. 198
Composition du lait d'un mouton 199
Composition du lait de chienne. 199

Digitized by Google

Composition de divers laits. 200
Cendres du lait. 202
MÉTHODES D'ANALYSES DU LAIT. 203
ESSAI DU LAIT. 206
COLOSTRUM. 208
Tableau indiquant les propriétés physiques et chimiques du lait de vache avant et après le part. 209
FABRICATION DU BEURRE. 210
FABRICATION DU FROMAGE. 213
Fromage de Neufchâtel. 213
Fromage de Brie. 213
Fromage de Hollande. 214
Fromage de Gruyère. 214
Fromage de Roquefort. 215
SPERME. 216
Spermatine. 216
EAU DE L'AMNIOS. 217
EAU DE L'ALLANTOIDE. 217
SÉCRÉTIONS CUTANÉES. 217
SUEUR. 218
Acide sudorique ou hydrotique. 218
SUINT. 218
Stéarérine. 219
Élaïrérine. 219
Acide stéarérique. 219
Acide élaïrérique. 219
LIQUIDE CÉPHALO-RACHIDIEN. 219
SYNOVIE. 219
LIQUIDES DE L'OEIL. 220
Humeur aqueuse. 220
Humeur vitrée. 220
Larmes. 221
CÉRUMEN DES OREILLES. 221
MUCUS. 222
Mucine. 222
Mucus buccal. 223
Mucus des narines. 223
Mucus du tube digestif. 223
Mucus de la vésicule du fiel. 224
Mucus de l'urine. 224
LIQUIDE DES MEMBRANES SÉREUSES. 224
ANALYSE DE DIVERSES LIQUEURS HYDROPIQUES. 225
HUILE FÉTIDE DU PUTOIS. 227
OEUFS. 227
OEufs d'oiseaux. 227
OEufs de poissons. 229
OEufs de reptiles. 233

Digitized by Google

Œufs de batraciens. 233
Œufs de crustacés. 234
Œufs d'arachnides et d'insectes. 234
VENIN DE LA VIPÈRE 236
ENCRE DE SÈCHE. 236
Mélaïne. 236
PUS, PYINE. 237
HYDATIDES. 238
KYSTE. 238
SANIE. 239
MUSC. 239
CASTOREUM. 240
CIVETTE. 240
SOIE, FILS DE LA VIERGE, ÉPONGES, FIBROINE. 241
TOILES D'ARAIGNÉE. 241
PEAU. 242
CHEVEUX. 244
Composition chimique des cheveux. 245
POILS. 246
LAINE. 246
SUBSTANCE CORNÉE. 247
PLUMES. 248
ÉCAILLES. 248
Écailles de reptiles. 249
Écailles de poissons. 249
FANONS DE BALEINE. 250
TISSU CELLULAIRE. 251
Fibres élastiques. 251
MEMBRANES SÉREUSES. 251
MEMBRANES FIBREUSES. 251
MEMBRANES MUQUEUSES. 251
CHAIR MUSCULAIRE, MUSCLES. 252
Composition de la chair musculaire. 252
Cendres de la chair musculaire. 255
Quantités de créatine contenues dans la chair musculaire. 256
Musculine. 256
Bouillon. 256
TENDONS ET APONÉVROSES. 259
LIGAMENTS. 259
NERFS. 260
CARTILAGES. 260
Composition des cartilages. 261
OS. 261
Moelle. 262
Analyse comparative des couches d'un même os. 265
Analyse comparative des cendres de la partie dense et de la partie spongieuse du même os. 266

Digitized by Google

Analyse comparative des os provenant d'individus de même espèce, mais d'âges différents. 267
Analyses des os d'animaux appartenant aux divers groupes du règne animal. 269
MALADIES DES OS. 273
Composition des os dans la carie. 274
Composition des os dans le rachitisme. 275
Composition des exostoses. 275
Os d'un enfant rachitique. 275
Os de rachitiques. 275
Composition des os d'individus arthritiques. 276
OS FOSSILES. 276
Analyses d'os fossiles. 277
Analyses de squelettes gallo-romains et celtiques. 280
MÉTHODE D'ANALYSE DES OS. 281
Dosage de l'osséine 281
Dosage de la chaux. 281
Dosage de l'acide phosphorique. 281
Dosage de la magnésie. 282
Dosage de l'ammoniaque. 282
Dosage de l'acide carbonique. 283
CONCRÉTIONS ARTHRITIQUES 283
DENTS. 284
Émail. 284
Ivoire. 284
Cément. 284
Dents de l'homme. 284
Composition des dents des animaux. 285
Émail des dents d'hippopotame. 285
Ivoire des dents d'hippopotame. 285
Analyses de diverses dents. 286
Composition des dents fossiles. 286
BOIS DES RUMINANTS 287
SQUELETTE TÉGUMENTAIRE DES CRUSTACÉS ET DES INSECTES. . . 288
Analyse des tests de langouste. 288
Analyse des tests d'écrevisses. 288
Analyse des tests de homards et de crabes. 289
Matière colorante des tests de crustacés. 289
ÉCAILLES, COQUILLES ET PRODUCTIONS CALCAIRES DES MOLLUSQUES ET DES ZOOPHYTES. 290
Composition de la nacre de perle. 290
Composition des écailles d'huître. 290
Analyse comparée des coquilles modernes et fossiles. 291
Os de sèche. 291
Plume de calmar 291
Velelles. 291
Axes calcaires des pennatules 291

Digitized by Google

Cendres des pennatules 292
Composition du corail rouge. 292
Composition du corail blanc. 292
Composition de la coraline articulée. 292
ORGANES DES ANIMAUX. 293
OEIL. 293
Sclérotique 293
Cornée 293
Choroïde 293
Rétine. 293
Pigment noir de l'œil 294
Cristallin 294
COEUR. 295
ARTÈRES 296
Analyse des points osseux de l'aorte d'une femme de 88 ans. . . . 296
Analyse des points osseux de l'aorte d'une femme de 82 ans. . . . 297
POUMON. 297
FOIE. 297
PUTRÉFACTION DES MATIÈRES ANIMALES. 299
Putréfaction locale, suppuration. 299
Putréfaction générale 299
Substances antiseptiques. 300
CONSERVES ALIMENTAIRES. 301
CHIMIE VÉGÉTALE 304
FLUIDES VÉGÉTAUX. 304
SÉVE. 304
Séves ascendantes 306
Séve du *Bambusa gaduas*. 306
Séve du bananier 306
Séve du charme. 307
Séve de l'érable. 307
Séve du hêtre. 307
Séve du noyer 307
Séve de l'orme 307
Séve de la vigne. 308
Séves descendantes. 308
Sucs laiteux. 308
Suc de l'arbre à caoutchouc. 308
Suc du *Carica papaya* 308
Suc de l'*Hura crepitans* 309
Suc de pavot. — Opium. 309
Tableau de la composition des opiums du commerce 310
Suc de laitue 311
Suc de l'arbre de la vache. 311
Sucs résineux et gommeux. 312
Extraction de la séve 312

Digitized by Google

FONCTIONS VÉGÉTALES. — PHÉNOMÈNES CHIMIQUES DE LA VÉGÉTATION 313
GERMINATION 313
ACCROISSEMENT DES PLANTES 316
Assimilation du carbone 316
Assimilation de l'oxygène 320
Assimilation de l'hydrogène 322
Assimilation de l'azote 322
Opinion de Th. de Saussure 325
Opinion de M. Liebig 325
Opinion de M. Boussingault 327
Opinion de M. Kuhlmann 340
Opinion de M. Ville 340
Assimilation des matières inorganiques 343
Quantités de cendres laissées par les végétaux d'espèces différentes . . 344
Quantités de cendres laissées par les différentes parties d'un même végétal 344
Tableau des quantités de cendres laissées par les différentes parties des végétaux 345
Tableau de la composition des cendres laissées par diverses tiges végétales 348
Tableau de la composition des cendres laissées par les différentes parties des végétaux 349
Tableau de la composition des cendres laissées par diverses semences . 350
Analyses comparatives des cendres de plusieurs bois 351
Analyses comparatives des cendres des diverses parties du bois . . . 352
Analyse des cendres laissées par différentes tiges 353
Analyse comparative des cendres laissées par diverses parties végétales 354
ORGANES DES PLANTES 358
ÉTUDE DES PRINCIPALES RACINES 358
FOUGÈRES 359
Aspidium filix mas (fougère mâle) 359
AROÏDÉES 359
Acorus calamus (acore) 359
Arum maculatum (gouet pied-de-veau) 360
GRAMINÉES 360
Triticum repens (chiendent) 360
CYPÉRACÉES 361
Cyperus esculentus (souchet alimentaire) 361
MÉLANTHACÉES 362
Veratrum album (ellébore blanc) 362
LILIACÉES 362
Colchicum autumnale (colchique d'automne) 362
Smilax sarsaparilla (salsepareille) 363
Allium sativum (ail) 363
Allium cepa (oignon) 364

Digitized by Google

Scilla maritima (scille). 364
DIOSCORÉES 364
Dioscorea japonica (igname). 364
Dioscorea sativa 365
SCITAMINÉES. 366
Maranta arundinacea. 366
Curcuma 367
Galanga. 368
Amomum zedoaria (zédoaire). 368
Essence de zédoaire 369
Amomum zingiber (gingembre). 369
CUCURBITACÉES. 370
Bryonia alba (bryone) 371
ARISTOLOCHIÉES 371
Asarum europeum (cabaret). 371
Aristolochia serpentaria (serpentaire, aristoloche) 372
Aristolochine, ou serpentarine 372
POLYGONÉES. 373
Rheum palmatum (rhubarbe). 373
Rumex patientia (patience). 373
Beta altissima (betterave) 374
Nouveaux procédés de fabrication du sucre de betterave. 374
Appareil de M. Claëz 374
Appareil de M. Schutzembach. 374
Procédé de M. Tilloy 376
Nouveau mode de traitement du jus de betterave 376
Procédé de M. Dubrunfaut pour extraire le sucre des mélasses. . 377
Tableau de la quantité de sucre contenue dans 100 parties de betterave. 378
CARYOPHYLLÉES. 379
Saponaria officinalis (saponaire) 379
CRUCIFÈRES. 379
Navet. 379
FUMARIACÉES. 380
Corydalis tuberosa (corydale). 380
RENONCULACÉES 381
Pæonia officinalis (pivoine). 381
Helleborus hiemalis (hellébore noir) 381
Helléborine 381
BERBÉRIDÉES. 381
Berberis vulgaris (épine-vinette) 381
MÉNISPERMACÉES. 382
Menispermum palmatum (colombo). 382
POLYGALÉES 383
Krameria triandra (ratanhia). 383
Polygala senega. 383
MALVACÉES. 383

Digitized by Google

Althæa officinalis (guimauve). 383
GRANATÉES. 384
Punica granatum (grenadier). 384
Grenadine 384
Punicine 384
ROSACÉES. 384
Tormentilla erecta (tormentille). 384
Geum urbanum (benoîte). 385
Géine. 385
LÉGUMINEUSES 385
Glycyrrhiza glabra (réglisse) 385
Glycyrrhizine. 385
Ononis spinosa (bugrane). 385
Ononine. 386
Onospine. 386
Formonétine 387
Onocérine. 387
Lathyrus tuberosus (gesse). 387
OMBELLIFÈRES 387
Daucus carota (carotte) 388
Imperatoria ostruthium (impératoire). 388
Angelica archangelica (angélique) 389
Angélicine. 389
Panastica sativa (panais) 389
PLUMBAGINÉES 390
Plumbago europæa (dentelaire). 390
BORRAGINÉES. 390
Anchusa tinctoria (orcanette). 390
Anchusine 390
Cynoglossum (cynoglosse). 391
CONVOLVULACÉES. 391
Convolvulus jalapa (jalap). 391
Convolvulus batatas (batate) 392
GENTIANÉES. 393
Gentiana lutea (gentiane). 393
SOLANÉES. 394
Solanum tuberosum (pomme de terre). 394
Chochoca 396
Chûno blanco, ou moray 396
Maladie des pommes de terre. 396
LOGANIACÉES 398
Spigella marylandica (spigélie) 398
ASCLÉPIADÉES 398
Asclepias vincetoxicum (asclépiade). 398
RUBIACÉES 399
Ipécacuanha. 399
Rubia tinctoria (garance). 401

Digitized by Google

Essai des garances. 402
Première méthode. 404
Deuxième méthode. 404
Troisième méthode. — Essai au colorimètre. 405
Valeriana officinalis (valériane). 406
COMPOSÉES. 407
Helianthus tuberosus (topinambour) 407
Inula helenium (aunée). 409
Scorsonera hispanica (scorsonère) 409
Anthemis pyrethrum (pyrèthre). 410
Arnica montana (arnique) 410
Tableau indiquant les noms de quelques racines peu connues et des substances qui en proviennent. 411
ÉTUDE DES PRINCIPALES TIGES. 411
TIGES LIGNEUSES. 412
MOELLE DES TIGES. 412
BOIS 412
MATIÈRE INCRUSTANTE 412
Composition élémentaire de quelques bois. 413
Morus tinctoria (bois jaune) 414
Gaiacum officinale (gayac). 414
Bois blancs. 415
Bois durs. 415
Bois de travail 415
Bois colorants. 415
Bois résineux et odorants. 415
URTICÉES. 415
Morus tinctoria (bois jaune) 415
Morin. 416
Morin blanc ou incolore. 416
Morin jaune 416
Morin rouge 416
Acide morique 416
Rhus cotinus (fustet). 417
Hematoxylum campeschianum (bois de campêche) 417
Bois de Brésil 418
Cæsalpina crista (bois de Fernambouc). 419
Cæsalpina sappan (bois du Japon, bois de Sappan). 419
Cæsalpina echinata (bois de Sainte-Marthe, de Nicaragua et de Lima). 419
Cæsalpina vesicaria, ou Brésil. 419
Pterocarpus santalinus (bois de santal). 420
ÉCORCES 420
CONIFÈRES 420
Pinus maritima. 421
Pinus sylvestris. 421
SALICINÉES 421

Digitized by Google

Salix alba (saule blanc). 422
Populus tremula (tremble) 422
CUPULIFÈRES. 422
Quercus robur (chêne). 422
Analyse de l'écorce de chêne. 422
Quercus suber (chêne-liége). 423
Liége. 423
EUPHORBIACÉES. 424
Croton eleutheria (cascarille). 424
Buxus sempervirens (buis) 425
Buxine 425
LAURINÉES 426
Laurus cinnamum (laurier cannellier). 426
Cannelle de Ceylan. 426
Cannelle de Chine. 426
Benzhydrol 426
Cannelle de Sumatra 427
Cannelle de Cayenne 427
Cannelle giroflée 427
Laurus sassafras. 427
THYMÉLÆCÉES 428
Daphne mezereum (bois gentil). 428
Daphnine. 428
MAGNOLIACÉES. 429
Cannella alba (cannellier blanc). 429
SIMARUBÉES 429
Quassia simaruba (simarouba) 429
Quassine 429
XANTHOXYLÉES. 430
Xanthaxylum clava Herculis (clavalier jaune). 430
HIPPOCASTANÉES. 430
Æsculus hippocastanum (marronnier d'Inde). 430
SAPOTACÉES 430
Chrysophyllum glycyphlæum. 430
Monésia. 430
Écorce de buranhem 431
LOGANIACÉES. 431
Cusparia febrifuga (angusture vraie). 431
Cusparine. 432
APOCYNÉES. 432
Strychnos nux vomica (fausse angusture) 432
RUBIACÉES. 433
Cinchona (quinquina). 433
SOLANÉES. 435
Solanum pseudoquina 435
Liste de quelques écorces moins connues. 435
ALGUES. — CHAMPIGNONS. — LICHENS 436

Digitized by Google

Algues. 436
Corallina officinalis (coralline). 436
Halymeda opuntia. 436
Fucus helminthocorton 437
Fucus vesiculosus. 437
Fungine. 437
Composition des cendres de divers fucus 438
Champignons 438
Acide fungique. 438
Acide bolétique. 438
Boletus laricis (bolet blanc) 439
Amadou. 439
Helvella mitra 439
Boletus Juglandis (bolet du noyer). 440
Composition de quelques autres champignons 440
Lichens 440
Composition du lichen d'Islande (*Cetraria islandica*). 441
Composition du lichen des murailles (*Parmelia parietina*). . . 441
Variolaria dealbata (variolaire) 442
TIGES HERBACÉES. 442
ÉQUISÉTACÉES. 442
Equisetum fluviale (prêle). 442
GRAMINÉES. 444
Saccharum officinarium (canne à sucre). 444
Tableau qui présente la composition de la canne à sucre, prise au tiers de son développement, et après sa maturité complète . . . 444
Lolium temulentum (ivraie). 446
Triticum sativum (froment). 446
Hordeum vulgare (orge) 447
Composition des tiges d'orge avant leur maturité. 447
Composition des tiges d'orge arrivées à leur maturité. 448
Composition de la paille sèche d'orge 448
Zea maïs (maïs) 449
Milium (millet). 449
Delphinium staphysagria (pied d'alouette) 450
JONCÉES 451
Juncus (jonc de Bothnie). 451
URTICÉES. 451
Cannabis sativa (chanvre). 451
Haschisch. 452
Humulus lupulus (houblon) 452
LINACÉES. 453
Linum usitatissimum (lin) 453
CRUCIFÈRES 455
Brassica campestris oleifera (colza) 455
Cochlearia officinalis. 456
OMBELLIFÈRES 456

Digitized by Google

Pimpinella (boucage) 456
ROSACÉES 457
Poterium sanguisorba (pimprenelle) 457
LÉGUMINEUSES. 458
Genesta (genêt). 458
Faba vulgaris (fève). 459
Pisum sativum (pois) 459
Trifolium (trèfle). 460
Vicia sativa (vesces). 461
Genestrolle 462
Lathyrus tuberosus (gesse). 463
Ervum lens (lentille) 463
PLANTAGINÉES 464
Plantago (plantain) 464
SOLANÉES 464
Datura stramonium (stramoine). 465
COMPOSÉES. 465
Tanacetum (tanaisie). 465
Chrysanthemum leucanthemum (marguerite). 466
Calendula officinalis (souci) 467
Pissenlit. 467
Artemisia absinthium (absinthe). 468
Artemisia contra (armoise). 468
ÉTUDE DES PRINCIPALES FEUILLES 469
LICHÉNACÉES. 469
Lycopodium complanatum (lycopode). 469
AMINTACÉES 469
Betula (bouleau) 469
CUPULIFÈRES. 470
Quercus infectoria. 470
Noix de galle. 470
Noix d'Alep. 470
Noix de Morée ou d'Alger. 470
Noix de galle d'Europe 470
POLYGONÉES 471
Polygonum tinctorium 471
RENONCULACÉES. 472
Aconitum napellus (aconit). 472
THÉACÉES 473
Thea sinensis (thé). 473
Thé impérial, ou huchin 474
Thé hyson 474
Thé de famille 474
Cendres laissées par le thé de la Chine 475
Cendres laissées par le thé du Japon 475
CRUCIFÈRES. 475
Brassica (choux) 475

Digitized by Google

Isatis tinctoria (pastel). 476
Ombellifères. 476
Conium maculatum (ciguë). 476
Légumineuses 477
Indigofera (indigotier) 477
Indigo 477
Liste des principales variétés d'indigo 479
Gluten d'indigo. 480
Brun d'indigo. 480
Rouge d'indigo. 480
Composition de quelques indigos 480
Indigo bleu flottant 480
Indigo guatémala desséché 480
Indigo ordinaire du commerce 480
Falsifications de l'indigo. 481
Tableau de la richesse de plusieurs variétés d'indigo du commerce 487
Légumineuses 487
Trifolium (trèfle). 487
Cassia sena (séné) 488
Ériginées 489
Arbutus uva ursi (busserolles) 489
Arbutine 489
Rhododendron 489
Scrophulariées. 489
Salvia officinalis (sauge) 489
Digitalis purpurea (digitale). 490
Solanées. 490
Atropa belladona (belladone). 490
Nicotiana tabacum (tabac). 491
Hyoscyamus niger (jusquiame noire) 492
Composées. 493
Artemisia absinthium (absinthe). 493
Achillea millefolium (achillée-millefeuille). 493
ÉTUDE DES PRINCIPALES FLEURS. 495
Iridées 495
Crocus sativus (safran). 495
Papavéracées. 495
Papaver rheas (coquelicot) 495
Hypéricinées 496
Hypericum perforatum (millepertuis) 496
Myrtacées 496
Caryophyllus aromaticus (giroflier) 496
Rosacées 496
Rosa (rose). 496
Composées. 497
Artemisia santonica (santonine). 497

Digitized by Google

Carthamus tinctorius (carthame) 498
POLLEN 498
Substance grasse extérieure du pollen. 499
Examen des principes constituants du pollen. 499
ÉTUDE DES PRINCIPALES GRAINES. 501
GRAMINÉES. 501
Avena sativa (avoine) 501
Triticum (froment). 501
Chaulage. 503
Sulfatage. 503
Tableau indiquant les résultats obtenus dans l'analyse de quatorze variétés de blé 505
Composition de divers blés 506
Zea maïs (maïs) 507
Hordeum vulgare (orge) 508
Oriza sativa (riz). 509
Secale cereale (seigle). 509
Farine de froment 513
Farine de maïs 514
Farine d'orge. 514
Farine de seigle. 515
Essai des farines 515
Examen des farines. 516
Examen des pains 518
CONIFÈRES. 520
Juniperus communis (genévrier) 520
PALMIERS 521
Cocos nucifera (cocotier). 521
MYRISTACÉES. 521
Myristica aromatica (muscadier) 521
CANNABINÉES. 522
Humulus lupulus (houblon) 522
Cannabis sativa (chanvre). 523
CUPULIFÈRES. 524
Quercus robur (chêne) 524
EUPHORBIACÉES 525
Ricinus communis (ricin). 525
POLYGONÉES. 525
Polygonum fagopyrum (sarrasin). 525
CRUCIFÈRES. 526
Brassica campestris oleifera (colza) 526
LINÉES. 527
Linum usitatissimum (lin) 527
MALVACÉES. 529
Theobroma cacao (cacaotier) 529
LÉGUMINEUSES. 530
Composition immédiate des principales légumineuses 531

Digitized by Google

Cendres des graines de légumineuses 532
RUBIACÉES 532
Coffea arabica (caféier) 532
ÉTUDE DU SOL 534
Tableau indiquant la classification des divers sols 536
SOLS SABLONNEUX 536
Sol de sable pur 537
Sol quartzeux 537
Sol volcanique 537
Sol sablo-argileux 538
Sol sablo-argilo-ferrugineux 538
Sol sablo-humifère 538
SOLS ARGILEUX 538
Sol d'argile pure 539
Sol argilo-ferrugineux 539
Sol argilo-sablonneux 539
Sol argilo-calcaire 539
SOLS CALCAIRES 540
Sol crayeux 540
Sables calcaires 540
Sol tufeux 540
Sol marneux 540
SOLS MAGNÉSIENS 541
SOLS HUMIFÈRES 541
Sol tourbeux 542
Sol marécageux 543
PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DU SOL 544
Densité des terres 544
Imbibition des terres par l'eau 545
Ténacité, adhérence des terres 546
Dessiccation spontanée du sol 547
Faculté hygrométrique des sols 548
Pouvoir absorbant du sol par la chaleur 549
Échauffement des terres au soleil 549
Faculté de retenir la chaleur 550
Absorption des gaz par le sol 550
Composition de l'air confiné dans la terre végétale 551
ANALYSE CHIMIQUE DES SOLS ARABLES 555
COMPOSITION DE DIVERSES ESPÈCES DE SOLS 558
IRRIGATIONS 568
Qualités des eaux propres aux irrigations 570
DRAINAGE 570
ASSOLEMENTS 574
AMENDEMENTS 575
CHAULAGE 576
MARNAGE 578
Composition des marnes employées comme amendements 579

Digitized by Google

Falun ou calcaire coquillier 580
Maerl 580
Treaz 581
Analyse du treaz et de la vase de rivière 581
Tangue 581
Composition de diverses variétés de tangues 582
ÉCOBUAGE 583
PLATRAGE 584
Cendres 586
Analyse de diverses charrées 587
SEL MARIN 587
ENGRAIS 589
Fumier de ferme 589
Composition élémentaire du fumier de ferme 592
Engrais suisse 592
Engrais flamand 593
Poudrette 593
Composition des poudrettes de Montfaucon et de Bercy 594
Guano 594
Composition des guanos d'Afrique et d'Amérique 595
Composition de la poulaitte et de la colombine 595
Noir animal 595
Composition des divers noirs 596
Enfouissement des végétaux 596
Composts 597
Composition de l'engrais-Jauffret 597
QUANTITÉ D'ENGRAIS A EMPLOYER 597
EMPLOI DES SELS AZOTÉS 598

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

Digitized by Google

TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES

PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE.

A

	Tom.	Pag.
Abiétine	V	290
Absinthe (*Artemisia absinthium*)	VI	468 493
Accétine	IV	178
Accroissement des plantes	VI	316
Acétal	V	28
Acétamide	IV	169
— trichlorée	IV	173
Acétates	IV	155
— de méthylène	V	123
— de morphine	IV	392
Acétification	IV	151
Acétonate de baryte	IV	177
Acétone	IV	176
— (mode de production)	IV	106
Acétonine	IV	178
Acétonitrile	IV	169
— trichlorée	IV	173
Achillée millefeuille (*Achillea millefolium*)	VI	493
Acichloride carbonique	I	533
Acides (définition)	I	7
— (combinaisons avec l'eau)	II	51
— ablétique	V	290
— acéphogénique	IV	177
— acéphosique	IV	177
— acéteux	V	24
— acétique (action du chlore sur l')	IV	170
— acétique anhydre	IV	145
— acétique hydraté	IV	148
— acétobenzoïque anhydre	V	182
— acétocinnamique anhydre	V	202
— acétocuminique anhydre	V	218
— acétonique	IV	177
— acétosalicylique anhydre	V	235
— achilléique	IV 357,	VI 494
— aconitique	IV 254,	VI 442
— acroléique	V	405
Acide acrylique	V	405
— adipique	V	394
— aldéhydique	V	24
— aléorétinique	V	544
— alizarique	V	531
— allanturique	VI	17
— alliturique	VI	26
— alloxanique	VI	19
— alloxanosulfureux	VI	22
— aloétique	V	544
— althionique	V	48
— amalique	IV	448
— ambréique	VI	147
— ammonifellique	VI	145
— ampélique	V	238
— amygdalique	V	199
— amylophosphoreux	V	136
— anacardique	IV	347
— anamirtique	V	431
— angélique anhydre	V	269
— angélique hydraté	V	269
— anilidiques	IV	461
— anilique	V	512
— anisique	V	211
— anthranilique	V 498,	513
— antimonieux	III	154
— antimonique	III	151
— apocrénique	I 223,	IV 519
— apophyllique	IV	397
— arachidique	V	434
— arsénieux	I	495
— — (sa recherche dans les empoisonnements)	I	500
— — (sa combinaison avec les bitartrates alcalins)	IV	221
— arséniovinique	V	50
— arsénique	I	499

Digitized by Google

Tom. Pag.
Acide aspartique ..... IV 284
— — actif ..... IV 284
— — inactif ..... IV 285
— aurique ..... III 364
— azomarique ..... V 290
— azoteux ..... I 294
— azotique ..... I 278
— — (emploi dans les recherches de chimie organique) ..... IV 20
— — anhydre ..... I 278
— — hydraté ..... I 279
— azotosulfurique ..... I 384
— basique ..... V 434
— bébirique ..... IV 347
— bénique ..... V 419
— benzamique ..... V 190
— benzilique ..... V 180
— benzo-érésique ..... V 186
— benzoglycollique ..... VI 36
— benzoïque amorphe ..... V 186
— — anhydre ..... V 181
— — hydraté ..... V 184
— benzolactique ..... IV 288
— benzonitrobenzoïque anhydre .. V 182
— benzosalicylique anhydre ..... V 235
— bézoardique ..... IV 312
— bibromisatique ..... V 507
— bibromosalicylique ..... V 239
— bichlorisamique ..... V 508
— bichlorisatique ..... V 507
— bichlorosalicylique ..... V 238
— bichloroxalique ..... IV 253
— bilifellique ..... VI 142
— bilique ..... VI 145
— binitrobenzoïque ..... V 185, 198
— binitrocumique ..... V 219
— binitrophénamique ..... V 249
— binitrophénique ..... V 247
— bismuthique ..... III 139
— bisulfocarbamylique ..... V 136
— bisulfocarbovinique ..... V 51
— bogique ..... V 464
— bolétique ..... VI 438
— borique ..... I 585
— — (sa combinaison avec les bitartrates alcalins) ..... IV 220
— brassique ..... V 435
— bromanisique ..... V 212
— bromeuxanthique ..... V 540
— bromhydrique ..... I 346
— bromique ..... I 345
— bromitonique ..... IV 261
— bromitriconique ..... IV 260
— bromobenzoïque ..... V 196
— bromocoménique ..... IV 328, 337
— bromoléique ..... V 366
— bromonitrophénésique ..... V 249
— bromophénasique ..... V 239
— bromophénésique ..... V 239
— bromopyromécunique ..... IV 338

Tom. Pag.
Acide bromosalicylique ..... V 239
— butyracétique ..... IV 208
— butyrique ..... V 449
— — anhydre ..... V 447
— — hydraté ..... V 447
— butyronitrique ..... V 457
— cachutique ..... IV 314
— cacodylique ..... IV 183
— caféique ..... IV 448
— cafétannique ..... IV 316
— caïncique ..... IV 345
— campholique ..... V 262
— camphométhylique ..... V 261
— camphoramique ..... V 261
— camphoranilique ..... V 261
— camphorique anhydre ..... V 260
— — gauche ..... V 263
— — hydraté ..... V 260
— — inactif ..... V 263
— camphovinique ..... V 261
— caprique ..... V 428, 443
— caproïque ..... V 428
— — anhydre ..... V 439
— — hydraté ..... V 440
— caprylique ..... V 428
— — anhydre ..... V 444
— — hydraté ..... V 445
— carbamique ..... V 69
— carbanilique ..... V 197
— carbanisique ..... V 214
— carbazotique ..... V 250
— carbolique ..... V 246
— carbométhylique ..... V 113
— carboneux ..... IV 123
— carbonique ..... I 534
— — liquide ..... I 540
— — solide ..... I 542
— carbovinique ..... V 50
— carminique ..... V 535
— caséique ..... VI 75
— catéchucique ..... IV 314
— cérébrique ..... V 489
— cérosique ..... V 485
— cérotique ..... V 481
— cétrarique ..... V 524
— cévadique ..... IV 347
— chélidonique ..... IV 346
— chénocholique ..... VI 53
— chloracétamique ..... IV 174
— chloracétique ..... IV 170
— chloranisique ..... V 212
— chlorazosuccique ..... V 391
— chloreux ..... I 322
— chloreuxanthique ..... V 540
— chlorhydrique ..... I 333
— chlorhydrique (emploi dans les recherches de chimie organique) IV 25
— chlorindoptique ..... V 248
— — chloré ..... V 248
— chlorique ..... I 318

Digitized by Google

Tom. Pag.
Acide chlorisathydique..... V 599
— chlorisatique..... V 506
— chloro-azoteux ..... I 282
— chlorobenzoïque..... V 195
— chlorocarbosulfureux ..... I 580
— chlorocérotique..... V 482
— chlorochlorique ..... I 323
— chlorochromique..... II 566
— chlorocinnamique..... V 207
— chlorocoménique.....IV 328, 336
— chloroléique..... V 366
— chlorométhylosulfureux ..... I 581
— chloronicéique nitrogéné..... V 187
— chloroperchlorique..... I 324
— chlorophénésique..... V 248
— chlorophénusique..... V 248
— chlorosalicyleux ..... V 233
— chlorosalicylique ..... V 238
— chlorosuccique..... V 390
— chlorosulfurique..... I 383
— chlorovalérisique ..... V 143
— chlorovalérosique ..... V 143
— chloroxalovinique..... V 51
— chloroxycarbonique ..... I 532
— cholalique .....VI 48
— choléique .....VI 51, 142
— cholestérique .....VI 57
— cholinifellique .....VI 142
— cholinique.....VI 142
— — de Plattner et Gmelin.....VI 145
— cholique.....VI 47, 143, 145
— — (action des acides concentrés sur l')..... VI 48
— — (action de la potasse sur l').VI 48
— — de Plattner et Gmelin.....VI 144
— choloïdanique.....VI 58, 146
— choloïdique.....VI 50, 142
— cholonique .....VI 48
— chromique ..... II 553
— — (son emploi dans les recherches de chimie organique)....IV 27
— — (combinaison avec l'acide sulfurique) ..... II 555
— chrysammique..... V 544
— chrysanilique..... V 513
— chrysanisique..... V 214
— chrysolépique..... V 544
— chrysophanique ..... V 534
— cinnamique (action du perchlorure de phosphore sur l')..... V 205
— — anhydre ..... V 202
— — hydraté..... V 202
— cinnamobenzoïque anhydre.... V 184
— citraconique.....IV 259
— citraconique (action de l'acide azotique sur l')..... VI 261
— citrique.....IV 242
— — (action de la chaleur sur l').IV 254
— — (action du chlore sur l')....IV 253
— citrobiméthylique..... V 114

Tom. Pag.
Acide citrométhylique ..... V 114
— coccognidique.....IV 347
— colombique.....IV 347
— coménamique.....IV 338
— coménique .....IV 333
— — (action du brôme sur l')....IV 337
— — (action du chlore sur l')....IV 336
— — (action de la chaleur sur l')..IV 337
— coménovinique..... V 53
— copahurésinique..... V 292
— copahuvique..... V 292
— coumarique ..... V 266
— crénique.....I 222, IV 519
— croconique ..... I 547
— crotonique .....IV 347
— cuivrique .....III 180
— cuminique anhydre..... V 218
— — hydraté..... V 219
— cumiuobenzoïque anhydre..... V 184
— cuprocyanhydrique.....III 188
— cyamélurique..... I 642
— cyanhydrique ..... I 626
— cyanilique..... I 642
— cyanique..... I 623
— cyanogallique.....IV 307
— cyanurénique .....VI 37
— cyanurique..... I 625
— dammarique..... V 294
— dextroracémique.....IV 203
— dialurique.....VI 24
— digitalique .....IV 347
— digitoléique .....IV 347
— diliturique .....VI 26
— dimétaphosphorique..... I 457
— dithionique..... I 408
— élaïdique..... V 398
— élaïloxalique.....IV 253
— élaïodique..... V 420
— élaïrérique.....VI 219
— ellagique.....IV 312
— équisétique.....VI 442
— érucique..... V 436
— érythrinique..... V 517
— érythrique ..... V 517
— erythroléique ..... V 524
— esculique .....IV 635
— éthalique ..... V 459
— éthérophosphoreux..... V 50
— éthionique ..... V 48
— euchroïque..... I 549
— eugénique..... V 267
— euphorbique.....IV 348
— euxanthique..... V 540
— évernique..... V 520
— évernique..... V 520
— fellinique .....VI 142
— fellique.....VI 145
— ferrique ..... II 450
— fluoborique..... I 593
— fluorhydrique..... I 369

Digitized by Google

	Tom.	Pag.
Acide formique	IV	195
— formobenzoïlique	V	177
— fulminique	I	625
— fumarique	IV	277
— fungique	VI	438
— gaïacique	V	297
— gallamique	IV	300
— gallerythronique	IV	307
— gallique	IV	305
— — (action de la chaleur sur l').	IV	309
— — (produits de la distillation).	V	309
— gaulthérique	V	241
— glaucomellanique	IV	312
— glucique	IV	572
— glycollique	VI	86
— guanique	IV	485
— hamathionique	V	542
— hédérique	IV	348
— hémipinique	IV	397
— hexamétaphosphorique	I	458
— hippurique	VI	29
— — (act. de l'acide azotiq. sur l').	VI	34
— — (act. du bioxyde d'azote sur l')	VI	36
— homolactique	VI	87
— humopique	IV	396
— hydantoïque	VI	18
— hydrilurique	VI	26
— hydrochlorique	I	333
— hydrocobalticyanique	III	21
— hydrocyanique	I	627
— hydroferricyanique	II	470
— hydroferrocyanique	II	460
— hydrofluoborique	I	593
— hydrofluosilicique	I	612
— hydrofluotitanique	III	100
— hydroléique	V	412
— hydromargarique	V	413
— hydromargaritique	V	412
— hydropimarique	V	290
— hydrotique	VI	218
— hyocholalique	VI	56
— hyocholique	VI	52
— hyocholoïdique	VI	52
— hypo-azotique	I	291
— hypobromeux	I	346
— hypocarbonique	IV	123
— hypochloreux	I	326
— hypochlorique	I	324
— hypochloro-azotique	I	282
— hypo-iodique	I	359
— hypophosphoreux	I	465
— hypophosphorique	I	464
— hyposulfindigotique	V	502
— hyposulfureux	I	406
— hyposulfurique	I	408
— — bisulfuré	I	411
— — monosulfuré	I	409
— — trisulfuré	I	411
— igasurique	IV	348
— indigotique	V	511
Acide inosique	VI	46
— iodhydrique	I	360
— iodique	I	354
— iodochromique	II	567
— ipécuanique	IV	348
— ipomique	V	374
— isamique	V	508
— isatinique	V	508
— isatique	V	505
— iséthionique	V	48
— isotartrique	IV	225, 254
— itaconique	IV	257
— japonique	IV	315
— kokinique	V	541
— kramérique	IV	348, VI 383
— lactique	IV	287
— — anhydre	IV	291
— lampique	V	24
— lantanurique	VI	17
— laurique	V	428
— laurostéarique	V	428
— lécanorique	V	516
— leucoturique	VI	21
— lévoracémique	IV	205
— lichenstéarique	V	524
— lignhumique	IV	517
— lignulmique	IV	518
— linoléique	V	418
— lipique	V	395
— lithofellique	VI	53, 147
— maléique	IV	274
— — (sa distillation)	IV	273
— malique	IV	262
— — (action de la chaleur sur l').	IV	273
— — (distillation)	IV	273
— — actif	IV	263
— — inactif	IV	265
— malovinique	V	74
— manganique	II	419
— margarique	V	359, 420
— — (act. de l'acide azotique sur l')	V	377
— — (action de la chaleur sur l').	V	371
— — (combinais. avec la glycérine)	V	364
— marin	I	333
— méconamique	IV	332
— méconique	IV	327, 390
— méconobivinique	V	53
— méconovinique	V	53
— mélangallique	IV	299
— mélanique	V	231
— mélassique	IV	572
— mellitique	I	547
— mellonhydrique	I	640
— ménique	IV	228
— mésaconique	IV	261
— mésoxalique	VI	20
— méta-antimonique	III	152
— métacétonique	IV	583
— métagallique	IV	309, 310
— métamargarique	V	409

Digitized by Google

Tom. Pag.
Acide méta-oléique ..... V 410
— — (produits de sa distillation).. V 411
— métapectique .....IV 357
— métaphosphorique ..... I 457
— métastannique.....III 71
— métatartrique.....IV 224
— méthyliques (formules des).... V 115
— méthylosulfureux..... I 581
— méthyloxanthique ..... V 115
— mimotannique.....IV 314
— miristobenzoïque anhydre..... V 183
— molybdeux .....III 248
— molybdique .....III 248
— monométaphosphorique..... I 457
— moringique..... V 419
— morintannique.....IV 316
— morique .....VI 416
— mucique.....IV 627
— muriatique ..... I 333
— — oxygéné ..... I 312
— mycomélinique.....VI 21
— myristique ..... V 429
— myronique ..... V 283
— myrrhique ..... V 302
— narcotique .....IV 398
— nicéique monochloré..... V 187
— niobique.....III 261
— nitranisique..... V 212
— nitreuxanthique..... V 541
— nitrique..... I 279
— nitrobenzoïque..... V 196
— — anhydre..... V 182
— nitrocholique..... .....VI 145
— nitrocinnamique anhydre..... V 202
— — hydraté ..... V 207
— nitrococussique ..... V 536
— nitrocumique..... V 219
— nitrodracylique..... V 307
— nitrohippurique.....VI 34
— nitrohydrilurique.....VI 26
— nitroleucique .....VI 74
— nitromarique..... V 290
— nitrométacétique ..... V 457
— nitrophénésique..... V 249
— nitrophénique..... V 247
— nitrophénisique ..... V 250
— nitrophtalésique..... V 335
— nitronaphtalique ..... V 337
— nitroprussique ..... II 478
— nitrosalicyleux ..... V 235
— nitrosalicylique..... V 512
— nitrostilbique..... V 175
— nitrotartrique .....IV 205, 230
— nitrotoluique..... V 224
— nitrovalérianique..... V 143
— noirs dérivé du ligneux.....IV 517
— — — du sucre.....IV 518
— — divers.....IV 519
— œnanthique..... V 431
— — chloré..... V 432

Tom. Pag.
Acide œnanthylique..... VI 421
— œnanthylobenzoïque anhydre.. V 183
— œnanthylocuminique anhydre.. V 218
— oléique ..... V 365
— — (act. de l'acide azotique sur l') V 392
— — (action de l'acide hypoazotique sur l')..... V 398
— — (action de la chaleur sur l'). V 372
— — (combinais. avec la glycérine. V 370
— oléobutyrique..... V 439
— oléophosphorique..... V 490
— oléoricinique..... V 420
— opianique.....IV 396
— opiano-sulfureux ....IV 397
— organiques (généralités sur les).IV 99
— — (étude des principaux).....IV 121
— orsellique..... V 519
— — (mode de production).....IV 107
— osman-osmique.....III 431
— osmieux .....III 429
— osmique .....III 430
— oxalamylique ..... V 137
— oxalhydrique .....IV 578
— oxalique.....IV 122
— oxalovinique..... V 51
— oxalurique..... VI 22
— oxamique.....IV 143
— oxylizarique ..... V 531
— oxyoléique ..... V 365
— oxypicrique..... V 541
— oxyporphyrique ..... V 542
— oxysaccharique.....IV 578
— palmique .... V 423
— palmitique ..... V 425, 428
— palmitique (combinaison avec la glycérine)..... V 427
— palmitonique..... V 425
— papavérique.....IV 348
— parabanique.....VI 22
— paracamphorique ..... V 263
— paracholique.....VI 47
— paracoménique.....IV 338
— paraellagique.....IV 306, 311
— paramaléique.....IV 277
— — (sa distillation).....IV 273
— parapectique.....IV 357
— paratartralique.....IV 233
— paratartrélique.....IV 233
— paratartrique.....IV 233
— — anhydre.....IV 233
— paratartrométhylique..... V 114
— paratartrovinique..... V 52
— pectique .....IV 349, 355
— pectosique.....IV 355
— pélargobenzoïque anhydre..... V 183
— pélargonique anhydre..... V 395
— — hydraté..... V 396
— pentathionique..... I 411
— perchlorique..... I 320
— perchlorocarbosulfureux..... I 579

Digitized by Google

Tom. Pag.
Acide perchromique..... II 560
— periodique..... I 357
— permanganique..... II 421
— persulfocyanhydrique..... I 636
— phénique..... V 246
— — bibromé..... V 249
— — bichloré..... V 248
— — binitré..... V 249
— — monobromé..... V 249
— — nitrobichloré..... V 252
— — nitrobi-iodé..... V 247
— — pentachloré..... V 248
— — perchloré..... V 246
— — tribromé..... V 249
— — trichloré..... V 248
— — trinitrique..... V 250
— phocénique..... V 459
— phosphacétique..... IV 177
— phosphatique..... I 464
— phosphobivinique..... V 49
— phosphoglycérique..... V 404
— phosphoreux..... I 462
— — hydraté..... I 462
— phosphorique (son emploi dans les recherches de chimie organ.). IV 24
— — anhydre..... I 453
— — ordinaire..... I 460
— — trihydraté..... I 460
— phosphovinique..... V 49
— phtalanilique..... V 337
— phtalique..... V 337
— — trichloré..... V 337
— phtorhydrique..... I 369
— picramique..... V 251
— picrique..... V 250
— pimarique..... V 289
— pimélique..... V 393
— pinique..... V 289
— pipérylsulfocarbamique..... IV 453
— platinocyanhydrique..... III 419
— plombique..... III 107
— — (combinaison avec l'acétate de plomb)..... IV 163
— polygalique..... IV 348, VI 383
— porphyrique..... V 542
— prussique..... I 627
— purpurique..... VI 25
— pyroalizarique..... V 531
— pyrocitrique..... IV 257
— pyrocoménique..... IV 337
— pyrogallique..... IV 309
— pyrogénés (liste des)..... IV 103
— pyroligneux..... IV 153
— pyrolithofellique..... VI 53
— pyrolivilique..... V 301
— pyroméconique..... IV 337
— pyromucique..... IV 630
— pyropectique..... IV 358
— pyrophosphorique..... I 458
— pyrotartrique..... IV 228

Tom. Pag.
Acide pyrotartrique anhydre..... IV 229
— — liquide..... IV 227
— pyrotérébique..... V 163
— pyruvique..... IV 227
— quadrichlorisamique..... V 508
— quercitannique..... IV 317
— quinique..... IV 339
— quinotannique..... IV 317
— quinovatique..... IV 319, 345
— rhéadique..... IV 348
— rhéique..... V 534
— rhodéorétinique..... V 299
— rhodizonique..... I 545
— ricinique..... V 420
— ricinoléique..... V 374, 420
— robinique..... IV 348
— roccellique..... IV 348
— rosacique..... VI 28
— rubérythrique..... V 543
— rubiacique..... V 532
— rubinique..... IV 315
— rufigallique..... IV 306, 311
— rufimorique..... IV 317
— ruthénique..... III 451
— rutinique..... IV 348
— saccharique..... IV 578
— salicyleux..... V 230
— salicylique (act. du chlore sur l') V 238
— salicylique anhydre..... V 235
— — binitrique..... V 242
— — hydraté..... V 236
— salicylobenzoïque anhydre..... V 183
— salmonique..... V 464, VI 258
— sanguin..... VI 131
— santonique..... IV 348, VI 497
— sébacamique..... V 377
— sébacique..... V 373
— sélénhydrique..... I 433
— sélénieux..... I 431
— sélénique..... I 432
— silicique..... I 597
— sinapique..... V 284
— sorbinique..... IV 657
— sous-hypo-iodique..... I 360
— spirolleux..... V 230
— stannique..... III 73
— — naturel..... III 87
— stéarérique..... VI 219
— stéarique..... V 352
— — (act. de l'acide azotique sur l') V 377
— — (act. de la chaleur sur l')... V 371
— — (combinais. avec la glycérine) V 358
— strychnique..... IV 348
— styphnique..... V 541
— subéranilique..... V 378
— subérique..... V 378
— succinique..... V 380
— — monohydraté..... V 387
— sudorique..... VI 218
— sulfacétique..... IV 175

Digitized by Google

Tom. Pag.
Acide sulfamylique ..... V 135
— sulfanilique.....IV 202, 460
— sulfanisolique..... V 216
— sulfazotés..... II 150
— sulfhydrique..... I 413
— — (emploi dans les recherches de chimie organique).....IV 25
— sulfhydromellonique ..... I 643
— sulfhyposulfurique..... I 409
— sulfindigotique..... V 501
— sulfisataneux ..... V 510
— sulfoamylolique..... V 138
— sulfoantimonique.....III 164
— sulfobenzinique ..... V 194
— sulfobenzoïque..... V 198
— sulfobutylique ..... V 146
— sulfocacodylique.....IV 192
— sulfocaproïque..... V 149
— sulfocaprylique..... V 151
— sulfocarbonique ..... I 573
— sulfocinnamique..... V 207
— sulfocuminique ..... V 221
— sulfocyanhydrique ..... I 635
— sulfodraconique ..... V 209
— sulfoéthylolique ..... V 59
— sulfoglucique.....IV 488, 567
— sulfogras ..... V 107
— sulfohélénique..... V 265
— sulfoléique ..... V 408
— sulfomannitique.....IV 655
— sulfomargarique..... V 408
— sulfométhylique..... V 113
— sulfométhylolique ..... V 119
— sulfonaphtalidamique..... V 336
— sulfonaphtalique ..... V 337
— sulfophénique..... V 246
— sulfopianique .....IV 396
— sulfopropylique..... V 146
— sulfoprotéique.....VI 61
— sulfopurpurique..... V 501
— sulforufique .....V 225, 502
— sulfosalicylique..... V 236
— sulfostéarique..... V 407
— sulfosuccinique..... V 380
— sulfovinique..... V 46
— sulfoviridique..... V 502
— sulfoxyphosphovinique..... V 50
— sulfureux ..... I 381
— — (son emploi dans les recherches de chimie organique)....IV 24
— sulfurique..... I 389
— — (son emploi dans les recherches de chimie organique)....IV 22
— — (sa combinaison avec l'acide chromique)..... II 555
— — (sa fabrication)..... I 397
— — (sa prod. au moyen du plâtre).II 272
— — anglais..... I 393
— — anhydre ..... I 389
— — bihydraté ..... I 396

Tom. Pag.
Acide sulfurique de Nordhausen... I 391
— — ordinaire..... I 393
— — trihydraté..... I 396
— sylvique ..... V 289
— tannique.....IV 299
— tannomélanique.....IV 300
— tannoxylique.....IV 300, 306
— tantalique.....III 259
— tartralique .....IV 225
— tartramique .....IV 231
— tartramylique..... V 137
— tartrélique.....IV 226
— tartrique.....IV 203
— — (act. de la chaleur sur l')..IV 224
— — (sa combinais. avec l'émétiq.)IV 218
— — anhydre .....IV 266
— — droit.....IV 203
— — gauche .....IV 205
— — inactif.....IV 241
— tartroglycérique..... V 404
— tartrométhylique ..... V 114
— tartronique.....IV 230
— tartrovinique ..... V 52
— tellureux..... I 437
— tellurhydrique ..... I 439
— tellurique..... I 438
— térébenzique..... V 164
— térébique ..... V 163
— téréchrysique..... V 164
— téréphtalique ..... V 164
— térétinique..... V 158
— tétramétaphosphorique..... I 458
— tétrathionique..... I 411
— thannique.....IV 233
— thiocyanhydrique..... I 636
— thionaphthamique..... V 334
— thionurique .....VI 22
— thymylsulfurique..... V 271
— titanique.....III 94
— toluique ..... V 223
— tribromosalicylique..... V 240
— trichloracétique.....IV 170
— trigénique ..... V 25
— trimétaphosphorique ..... I 450
— trinitrophénisique ..... V 250
— trithionique..... I 409
— tungstique .....III 239
— ulmique.....IV 517
— uramilique.....VI 23
— uranulique .....VI 23
— ureux .....VI 27
— urique.....VI 12
— — (produits de son oxydation).VI 17
— uroxanique.....VI 13
— usnique..... V 523
— vaccinique ..... V 446
— valérianique.....VI 406
— — anhydre ..... V 142
— — hydraté..... V 143
— valérobenzoïque anhydre..... V 183

Digitized by Google

Tom. Pag.
Acide vanadique..... III 255
— — (ses combin. avec les acides).III 255
— végétosulfurique.....IV 510
— vératrique .....IV 346
— vinique..... V 46
— — (liste des principaux)..... V 54
— viridique.....IV 316
— xanthamylique..... V 136
— xanthique..... V 51
— xanthophénique.....IV 397
— xanthoprotéique.....VI 61
Aciers..... II 532
— (analyse des)..... II 538
— de cémentation..... II 535
— damassé ..... II 537
— fondu ..... II 537
— indien..... II 537
— naturel..... II 534
— poule ..... II 537
— wotz..... II 537
Aconit (*Aconitum napellus*).....VI 472
Aconitates .....IV 255
Aconitine.....IV 455, VI 472
Acore (*Acorus calamus*).....VI 359
Acroléine ..... V 405
Adipates..... V 394
Adulaire..... II 310
Aérage..... V 592
Affinage des métaux précieux.. ...III 388
Affinité chimique..... I 5
Agates rubanées..... I 606
Agrostemmine .....IV 455
Algue marine..... II 316
— — artificielle..... II 379
Ail (*Allium sativum*).....VI 363
Aimant naturel..... II 449
Air (action sur les métaux)..... II 4
— (analyse de l')..... I 240
— atmosphérique..... I 240
— confiné (analyse de l')..... I 259
— — dans la terre végétale (composition) .....VI 551
— déflogistiqué..... I 168
— pur..... I 168
— vital..... I 168
Airain.....III 205
Alanine ..... V 28
Albâtre oriental..... II 276
— gypseux..... II 269
Albite..... II 310
Albuminate de plomb.....VI 70
Albumine.....VI 66
Albumines (analyse d')..... VI 69
Albuminose .....VI 63
Alcalimétrie..... II 135
Alcali dulcifié..... II 131
— dérivés de l'essence de moutarde.IV 471
— — des radicaux alcooliques....IV 174
— extraits de l'huile de houille...IV 458
— organiques naturels.....IV 367

Tom. Pag.
Alcalis organiques naturels (formules des principaux).....IV 369
— naturels solides et fixes.....IV 388
— de l'opium .....IV 388
— organiques naturels liquides et volatils.....IV 417
— organiques artificiels.....IV 372, 458
— — — (généralités sur les).....IV 366
— du peganum harmala .....IV 415
— des quinquinas.....IV 401
— des strychnées .....IV 411
— végétal..... II 131
— volatil..... I 305
Alcaloïdes artificiels (liste des).....IV 379
Alcarazas..... II 392
Alcool..... V 16
— (action des acides sur l')..... V 45
— (action du chlore sur l')..... V 42
— (action sur les sels)..... V 21
— (généralités)..... V 1
— (préparat. dans les laboratoires) V 19
— (quantité contenue dans les vins) V 92
— amylique ..... V 130
— — potassé..... V 132
— d'asphodèle ..... V 84
— de betterave..... V 80
— — — (nouv. procédés de fabric.) V 83
— butylique ..... V 147
— caproïque..... V 149
— capryllique ..... V 150
— éthalique ..... V 459
— de genièvre ..... V 82
— de grains ..... V 81
— mésitique.....IV 172
— méthylique ..... V 104
— phénique..... V 246
— — potassé..... V 105
— de pommes de terre..... V 81
— — — potassé..... V 17
— propylique ..... V 145
— de soufre ..... I 574
— de topinambour ..... V 84
Aldéhydate d'ammoniaque..... V 26
Aldéhyde .....V 23, 168
— amylique ..... V 134
— mésitique.....IV 177
— perchloré..... V 45
— valérique ..... V 145
Algues .....VI 436
Aliments simples azotés.....VI 127
— — non azotés.....VI 127
Alizarine ..... V 531
Alizaris.....VI 401
Allantoïne .....VI 17
Alliages (définition des).....I 11, II 7
— d'antim. et d'étain (analyse des).III 170
— — et de fer.....III 170
— — et de potassium.....III 169
— de d'Arcet .....III 145
— d'argent .....III 328

Digitized by Google

Tom. Pag.
Alliages d'argent et de cuivre.....III 328
— — — (essai des).....III 339
— — et de fer.....III 331
— de bismuth.....III 145
— de cuivre.....III 203
— — et d'étain.....III 205
— — et de zinc.....III 203
— d'étain et de fer.....III 90
— de fer et de manganèse.....II 485
— de Newton.....III 145
— de nickel.....III 14
— d'or et d'argent.....III 380
— — — et de palladium.....III 381
— — — et de platine.....III 381
— — — et de rhodium.....III 382
— — et de cuivre.....III 378
— — (essai par la coupellation)...III 383
— de platine.....III 423
— de plomb.....III 131
— de potassium.....II 154
— de Réaumur.....III 170
— de sodium.....II 201
Allophanates.....V 75
— d'amylène.....V 142
— de méthylène.....V 125
Alloxanates.....VI 19
Alloxane.....VI 18
— (dérivés de l').....VI 19
— (tableau des dérivés de l').....VI 27
Alloxâhtine.....VI 23
Allumettes chimiques.....II 123
Alluvions.....I 109
Allyle.....V 277
Aloétine.....V 543
Aloïsol.....V 543
Alquifoux.....III 118
Aluminate de chaux.....II 281
— de cobalt.....III 26
— de magnésie.....II 299
— de plomb.....III 129
— de potasse.....II 299
Alumine.....II 296
— anhydre.....II 296
Aluminium.....II 295
— (dosage de l').....III 521
— (son équivalent).....I 49
— (sa séparation d'avec les métaux alcalins et alcalino-terreux)..III 521
Alums (généralités).....II 303
— d'ammoniaque.....II 309
Alun basique.....II 308
— calciné.....II 305
— de chrôme.....II 570
— — — à base de potasse.....II 571
— de fer.....II 490
— de manganèse.....II 432
— de potasse.....II 304
— de roche.....II 305
— de Rome.....II 306
Alunage.....V 568

Tom. Pag.
Alunite.....II 305
Amadou.....VI 439
Amalgamation.....III 350
Amalgames.....I 11, III 300
— d'ammonium.....II 207
— d'argent.....III 330
— de bismuth.....III 300
— d'étain.....III 300
— pour l'injection des pièces anatomiques.....III 301
— d'or.....III 380
Amandine.....VI 77
Amarante.....V 579
Amarine.....IV 474, V 173
Amarone.....V 174
Amarythrine.....V 519
Ambre gris.....VI 147
— jaune.....V 296
Ambréine.....V 147
Amendements.....VI 575
Amer de Welter.....V 250
Améthane.....IV 119
Améthyste.....I 606
— artificielle.....II 379
— orientale.....II 297
Amides.....II 228, IV 116
— acides.....IV 117
— basiques.....IV 120
— neutres.....IV 116
Amido-azoture de tungstène.....III 243
Amidogène.....IV 142, V 189
Amidon.....IV 540
— (son extraction).....IV 550
Amidures.....IV 142
— de cuivre.....III 193
Ammélide.....I 638
Amméline.....I 638, IV 472
Ammonialdéhyde.....IV 472
— mésitique.....IV 177
Ammoniaque.....I 304
— (son emploi dans les recherches de chimie organique).....IV 35
— (son action sur les sels).....II 282
— (— — de cobalt).....III 27
Ammonium (amalgame d').....II 207
— (théorie de l').....II 204
Ammoniure de mercure.....II 207
Amphibole.....II 294
Amygdaline.....V 199
Amylaniline.....IV 468
Amylate de potasse.....V 132
Amylcyaniline.....IV 468
Amyle.....V 133
— (ses dérivés).....V 134
Amylène.....V 132
Amyléthylaniline.....IV 468
Amyléthylurée.....VI 10
Amyliaque.....IV 484
— (action de l'éther bromhydrique de l'huile de pomme de terre sur l').IV 482

Digitized by Google

Tom. Pag.
Amylméthylaniline ..... IV 469
Amylpipéridine ..... IV 454
Amylthiosinnamiue ..... V 278
Amylurée ..... VI 10
Amyrine ..... V 293
Analyse élémentaire des substances organiques ..... IV 48
— des gaz ..... III 567
— d'un mélange de sels métalliques. III 564
— — de silice, d'alumine, de glucine, de chaux et d'oxyde de fer ..... III 564
— qualitative (ses préceptes génér.). III 503
Anamirtine ..... V 431
Anastase ..... III 93
Anchusine ..... VI 390
Andalousite ..... II 309
Anémonine ..... IV 640
Angélanilide ..... V 269
Angélicine ..... VI 389
Angelique (*Angelica archangelica*). VI 389
Angusture fausse (*strychnos nux vomica*) ..... VI 432
— vraie (*cusparia febrifuga*) ..... VI 431
Anhydride ..... IV 108
Anhydrite ..... II 269
Anilamide ..... V 512
Aniles ..... IV 461
Anilides ..... IV 461
Aniline ..... IV 458
— bichlorée ..... IV 463
— bromée ..... IV 505
— tribromée ..... IV 464
— trichlorée ..... IV 463
Anisate de méthylène ..... V 211
Anisène ..... V 307
Anishydramide ..... V 209
Anisidine ..... V 213
— binitrée ..... V 214
— nitrée ..... IV 473, V 213
Anisine ..... V 210
Anisoïne ..... V 209
Anisol ..... V 213
— bi-azotique ..... V 213
— mono-azotique ..... V 213
— tri-azotique ..... V 214
Anorthite ..... II 310
Anthosidérite ..... II 495
Anthracite ..... I 518, IV 511
Antiarine ..... IV 640
Antichlore ..... II 180
Antimoine ..... III 147
— (ses combinaisons avec l'hydrogène) ..... III 158
— (— — avec l'oxygène) ..... III 149
— (son alliage avec le fer) ..... III 170
— (— — avec le potassium) ..... III 169
— (dosage de l') ..... III 542, IV 80
— (son équivalent) ..... I 58
— (fleurs argentines d') ..... III 150
Antimoine (sa recherche dans les cas d'empoisonnement ..... III 173
— (sa séparation d'avec divers métaux) ..... III 543
— cru ..... III 172
— diaphorétique lavé ..... III 153
Antimoniates ..... III 152
— d'antimoine ..... III 154
— de plomb ..... III 154
— de potasse ..... III 152
— — grenu ..... III 155
Antimonite de stibéthyle ..... V 36
Apatite ..... II 279
Aphanèse ..... III 201
Apiine ..... IV 363
Aponévroses ..... VI 259
Apophyllates ..... IV 397
Aporétine ..... V 300
Aposépédine ..... VI 74
Appareils à déplacement ..... IV 301
— distillatoires ..... I 190
— de Marsh ..... I 505
— de Wolff ..... I 317
Apprêt des étoffes ..... V 591
Arabinate de cuivre ..... IV 626
— de plomb ..... IV 626
Arabine ..... IV 625
Aragonite ..... II 277
Arbre de Diane ..... III 330
— de Mars ..... II 495
— de Saturne ..... III 113
Arbutine ..... IV 638
Arctuvéïne ..... IV 639
Arctuvine ..... IV 638
Argent ..... III 306
— (dosage de l') ..... III 552
— (son essai par la coupellation) .. III 331
— (— — à la goutte) ..... III 343
— (— — par voie humide) ..... III 337
— (son équivalent) ..... I 39
— (sa métallurgie) ..... III 349
— (sa séparation d'avec divers métaux) ..... III 553
— en coquilles ..... V 601
— et fer ..... III 331
— fulminant ..... III 310
— mussif ..... V 620
— rouge ..... III 319
Argentan ..... III 210
Argenture ..... III 491, 500
— des glaces ..... III 347
Argiles ..... II 312
Aricine ..... IV 410
Armoise (*Artemisia contra*) ..... VI 468
Arnique (*Arnica montana*) ..... VI 410
Arrow-root ..... IV 556, VI 366
Arsénéthyles ..... V 37
Arseniates (généralités) ..... II 80
— d'ammoniaque ..... II 228
— — et de magnésie (double) .... II 293

Digitized by Google

Tom. Pag
Arséniates d'argent.....III 327
— de bismuth.....III 145
— de cobalt.....III 26
— de cuivre.....III 201
— de fer (peroxyde)..... II 494
— — — (protoxyde)..... II 493
— de mercure (deutoxyde).....III 297
— — (protoxyde).....III 296
— de nickel.....III 10
— de plomb.....III 128
— de potasse..... II 146
— de soude (neutre)..... II 194
Arsenic..... I 493
— (combinaison avec le brôme)... I 510
— (— l'hydrogène)..... I 507
— (— l'oxygène)..... I 494
— (— le phosphore)..... I 513
— (— le sélénium)..... I 513
— (— le soufre..... I 511
— (son dosage).....III 562
— (son équivalent)..... I 44
Arséniobiéthyle..... V 37
Arséniosulfure de cobalt.....III 30
Arséniotriéthyle..... V 37
Arséniotriéthylium..... V 38
Arsénites..... II 80
— d'argent.....III 327
— de cobalt.....III 26
— de cuivre.....III 201
— de fer..... II 494
— de mercure (deutoxyde).....III 297
— de nickel.....III 11
— de potasse..... II 147
Arséniures (généralités)..... II 65
— de cobalt.....III 22, 30
— de cuivre.....III 192
— d'étain.....III 85
— de fer..... II 484
— d'hydrogène (solide)..... I 507
— de manganèse..... II 430
— de mercure.....III 290
— de plomb.....III 120
Artères.....VI 296
Asclépion.....IV 640
Asparagine.....IV 282
Aspartates.....IV 286
Asphalte..... II 412
Assa fœtida..... V 298
Assamare.....IV 577
Assarine..... V 266
Assimilat. de l'azote par les plantes.VI 322
— du carbone par les plantes....VI 316
— de l'hydrogène par les plantes..VI 322
— des matières org. par les plantes.VI 343
— de l'oxygène par les plantes....VI 320
Assolements.....VI 574
Athamantine..... V 266
Atomes..... I 4
Atropine.....IV 455, VI 491
Augite..... II 294

Tom. Pag.
Aunée (*Inula helenium*).....VI 409
Aurate de potasse.....III 366
Auro-poudre.....III 381
Aurosulfite de potasse.....III 368
Aventurine..... II 379
— naturelle..... I 606
Avivage des couleurs..... V 592
Avoine (*Avena sativa*).....VI 501
Azobenzide..... V 194
Azobenzoïle..... V 174
Azobenzoïne..... V 180
Azocodéine.....IV 394
Azoérythrine..... V 524
Azokérite..... V 341
Azolitmine..... V 525
Azotates (généralités)..... II 65
— d'amidon.....IV 545
— ammoniacaux doubles..... II 220
— d'ammoniaque..... II 218
— d'amylène..... V 139
— d'antimoine (basique).....III 167
— d'argent.....III 320
— de baryte..... II 244
— de bi-oxyde de platine.....III 422
— — — ammoniacal (acide).....III 405
— — — — (neutre).....III 406
— de bismuth.....III 143
— de bismuthéthyle..... V 38
— de cacodyle.....IV 193
— de cadmium.....III 64
— de camphre..... V 238
— de chaux..... II 262
— de chrôme (sesquioxyde)..... II 560
— de cobalt.....III 23
— de cuivre (deutoxyde).....III 192
— de deutoxyde d'azote..... I 293
— de dydime..... II 332
— d'étain (protoxyde).....III 86
— d'éthyliaque.....IV 476
— de fer (protoxyde)..... II 485
— — — (sesquioxyde)..... II 486
— de lanthane..... II 330
— de leucine.....VI 74
— de lophine..... V 174
— de magnésie..... II 287
— de mercure (basique).....III 291
— de mercure (deutoxyde).....III 292
— — (neutre).....III 290
— de mercure (protoxyde).....III 290
— — — (ammoniacal).....III 291
— de mercuréthyle..... V 38
— de méthylène..... V 120
— de nickel.....III 9
— d'oxychlorure de platine bi-ammoniacal.....III 406
— de palladium.....III 449
— de platine ammoniacal.....III 402
— — bi-ammoniacal.....III 403
— de plomb.....III 120
— — (sa comb. av. l'oxal. de plomb) IV 137

Digitized by Google

Tom. Pag
Azotate de potasse..... II 110
— de soude..... II 172
— de stibéthyle ..... V 37
— de strontiane..... II 251
— — (sa comb. avec l'émétique)..IV 219
— d'urée.....VI 5
— de zinc.....III 43
Azote ..... I 237
— (son assimilation par les plantes) VI 322
— (ses combin. avec l'hydrogène). I 304
— (— avec l'oxygène)..... I 277
— (son dosage) .....IV 69
— (son équivalent)..... I 38
Azotites (généralités)..... II 66
— d'ammoniaque..... II 220
— d'amylène..... V 140
— benzoïlique ..... V 174
— d'oxyde de ptéleyle.....IV 177
— de plomb .....III 121
— de potasse..... II 120
Azoture de bore..... I 589
— de chrôme..... II 569
— de cuivre.....III 181
— de fer..... II 451
— de mercure.....III 268
— d'osmium.....III 431
— de phosphore ..... I 478
— de platine.....III 414
— de soufre..... I 421
— de titane.....III 96
Azoxibenzide..... V 194
Azur.....II 201, III 26
— de cuivre.....III 199
Azurite.....III 199

B

Babeurre .....VI 211
Barbotine..... II 384
Baryte..... II 237
— (son dosage) .....IV 79
— (son emploi dans les recherches de chimie organique).....IV 37
— sulfatée..... II 245
Barytine..... II 245
Baryum ..... II 237
— (son dosage).....III 515
— (son équivalent)..... I 44
— (sa séparation d'avec le calcium).III 518
— (sa séparation d'avec divers métaux).....III 516
Basalte..... II 400
Bases (combinaisons avec l'eau).... II 52
— ammoniaco-métalliques.....III 27
— — platiniques.....III 400
— extraites de l'opium.....IV 388
— d'origine animale (liste des)...IV 484
— du *Peganum harmala*.....IV 415
— salifiables..... I 8
Bassorine .....IV 626

Tom. Pag.
Batate (*Convolvulus batatas*).....VI 392
— (igname jaune).....VI 392
— rouge .....VI 392
Baumes..... V 304
— de copahu..... V 291
— du Pérou (liquide)..... V 304
— de Tolu ..... V 306
Bébéérine.....IV 417
Belladone (*Atropa belladona*).....VI 490
Benjoin..... V 309
Benoîte (*Geum urbanum*).....VI 385
Benzamates alcalins..... V 189
Benzamide..... V 189
— mercurique ..... V 189
— sulfurée ..... V 191
Benzanilide.....IV 460, V 171
Benzène ..... V 194
Benzhydramide ..... V 174
Benzhydrol.....VI 426
Benzidame .....IV 458
Benzilam ..... V 181
Benzilimide ..... V 181
Benzimide ..... V 191
Benzine ..... V 192
Benzoates..... V 186
— (formules des principaux)..... V 187
Benzoate d'amylène..... V 189
— d'amylsalicyle ..... V 244
— d'éthylsalycile ..... V 243
— d'hydrure de benzoïle..... V 178
— de méthylène..... V 189
— de méthylsalycile..... V 241
— de potasse (action du chlore sur le)..... V 187
Benzocumide nitrée..... V 222
Benzoène ..... V 307
Benzoglycollates.....VI 36
Benzoïlanilide.....IV 459, V 169
Benzoïluréide..... V 169
Benzoïnam..... V 180
Benzoïnamide..... V 180
Benzoïne..... V 179
Benzoïnène..... V 175
Benzole ..... V 192
Benzolone..... V 173
Benzone.....V 187, V 192
Benzone binitrée ..... V 192
Benzonitrile .....V 187, 191
Benzophénide..... V 247
— binitrée ..... V 247
— trinitée..... V 247
Benzostilbine..... V 173
Benzyle ..... V 180
Berbérine.....IV 417, VI 381
Béryle..... II 316
Berylium ..... II 316
Berzélite..... V 607
Béton..... II 410
Betterave (*Beta altissima*).....VI 374
— (alcool de)..... V 80

Digitized by Google

Tom. Pag.
Betterave (analyse de la).....IV 612
— (nouveaux procédés d'extraction du jus).....VI 374
Bétuline.....V 311
Beurre.....V 438
— (sa fabrication).....VI 210
— d'antimoine.....III 160
— — (liquide).....III 160
— de Bog.....V 464
— de cacao.....V 430
— de coco.....V 427
— de muscade.....V 429
— de zinc.....III 40
Bézoards orientaux.....VI 53, 147
Bi-acétate de potasse.....IV 157
Bi-acichloridesulfurique.....I 408
Bi-aci-iodidesulfurique.....I 428
Bi-alloxanate de potasse.....VI 19
Bi-amylaniline.....IV 469
Bi-amyliaque.....IV 482
Bi-antimoniate de plomb.....III 153
Bi-antimoniate de potasse.....III 153
Biborate de soude.....II 194
Bibromaniline.....IV 464
Bibromanisol.....V 213
Bibromhydrate de térébène.....V 159
Bibromindine.....V 510
Bibromisatate de potasse.....V 507
Bibromisatine.....V 505
Bibromisatite de potasse.....V 505
Bibromure de mercure.....III 279
— de tellure.....I 440
Bicarbonate d'ammoniaque.....II 225
— de potasse.....II 133
— de soude.....II 189
Bicarbure d'hydrogène de Faraday. I 557
Bicétylaniline.....IV 470
Bichlorhydrate de diplatinnamine..III 406
— de térébène.....V 159
Bichlorhydrochloroplatinate de diplatinammine.....III 405
Bichlorisamate d'ammoniaque.....V 508
Bichlorisatates.....V 507
Bichlorisatine.....V 504
Bichlorisatosulfite de potasse.....V 505
Bichlorisathyde.....V 509
Bichlorosalicine.....V 226
Bichlorosaligénine.....V 226
Bichloroxalate d'argent.....IV 253
Bichlorure de chrôme.....II 565
— de cuivre.....III 185
— d'étain.....III 79
— — (ses combinaisons avec les chlorures métalliques).....III 81
— d'iridium.....III 438
— de mercure.....III 273
— — (action de l'ammoniaque sur sa dissolution.....III 277
— — (ses combinais. avec les chlores métalliques).....III 275

Tom. Pag.
Bichlorure de molybdène.....III 251
— de palladium.....III 448
— de platine.....III 416
— — ammoniacal.....III 404
— — bi-ammoniacal.....III 405
— de ruthénium.....III 451
— de sélénium.....I 434
— de soufre.....I 425
— de tellure.....I 440
— de tungstène.....III 243
— de vanadium.....III 256
Bichromate de chlorure de potassium. II 559
— de perchlorure de chrôme.....II 566
— de potasse.....II 558
Bicyamélaniline.....IV 466
Bicyanure de platine.....III 420
Bière.....V 97
Biéthylamyliaque.....IV 478
Biéthylaniline.....IV 467
Biéthylchloraniline.....IV 463
Biéthyliaque.....IV 476
Bifluorure de mercure.....III 282
Biformiates.....IV 198
Bifumarates.....IV 279
Bihipppurates.....VI 31
Bi-iodure de mercure.....III 281
— de tellure.....I 441
Bilactate de baryte.....IV 293
— de chaux.....IV 294
Bile.....VI 139
— (corps dérivés de la).....VI 144
— (propriétés physiologiques et fonctions).....VI 148
Biline.....VI 142, 145
Biliverdine.....VI 144
Billion.....III 329
Bimalates.....IV 266
Bimaléates.....IV 276
Bimargarates.....V 361
Biméta-antimoniate de potasse....III 155
Bimétamargarate de potasse.....V 409
Bimétatartrates.....IV 224
Biméthyliaque.....IV 480
Bimucate de potasse.....IV 628
Binitrobenzine.....V 193
Binitromésitilène.....IV 178
Bi-oxalates.....IV 129
Bi-oxyde d'azote.....I 296
— — (emploi dans les recherches de chimie organique).....IV 21
— de baryum.....II 240
— de cacodyle.....IV 182
— de calcium.....II 259
— de chrôme.....II 549
— de cuivre.....III 178
— d'hydrogène.....I 231
— d'iridium.....III 435
— de manganèse.....II 417
— de mercure.....III 266
— de molybdène.....III 247

Digitized by Google

Tom. Pag.
Bi-oxyde d'osmium.....III 428
— de palladium.....III 446
— de platine.....III 399
— de platine (ammoniacal).....III 404
— — (bi-ammoniacal).....VI 405
— de ruthénium.....III 451
— de strontium.....II 248
— de vanadium.....III 254
— de zinc.....III 38
Bioxysaccharates.....IV 579
Biparatartrates.....IV 235
— alcalins.....IV 239
— (combinaisons avec l'acide arsénieux).....IV 239
Biphosphamide.....I 479, II 231
Biphosphate d'ammoniaque.....II 226
Bipyrotartramide.....IV 232
Bipyrotartrate de potasse.....IV 228
Bismuth.....III 137
— (alliages de).....III 145
— (amalgame de).....III 300
— (combinaisons avec l'oxygène)...III 138
— (son dosage).....III 141, IV 80
— (son extraction).....III 146
— (sa séparation d'avec divers métaux).....III 542
— natif.....III 146
Bismuthate de protoxyde de bismuth.III 140
Bismuthéthyle.....V 38
Bismutriéthyle.....V 38
Bistéarate de plomb.....V 356
Bistre.....V 613
Bisuccinamide.....V 389
Bisulfate d'ammoniaque.....II 222
— de bi-oxyde de platine ammoniacal.....III 405
— d'iodoquinine.....IV 403
— mésitique.....IV 177
— de potasse.....II 129
— de soude.....II 179
Bisulfisathyde.....V 510
Bisulfite de potasse.....II 130
Bisulfure amylique.....V 138
— d'arsenic.....I 511
— de cacodyle.....IV 191
— de calcium.....II 261
— de cobalt.....III 22
— de cuivre.....III 191
— d'étain.....III 84
— de fer.....II 481
— d'hydrogène.....I 419
— de manganèse.....II 430
— de molybdène.....III 252
— de sélénium.....I 435
— de tellure.....I 441
— de titane.....III 101
— de vanadium.....III 257
Bitartrates.....IV 209
Bitumes.....II 412
— élastiques.....V 341

Tom. Pag.
Bitumes naturels.....V 341
Biuret.....VI 12
Bixine.....V 540
Blanc d'argent.....III 125
— de baleine.....V 459
— de céruse.....III 125
— de fard.....III 144
— de Hollande.....III 127
— de Hombourg.....III 127
— de plomb.....III 125
— de Venise.....III 127
— de zinc.....III 37, V 601
— — (fabrication du).....III 56
Blanchiment par le chlore et l'hypochlorite de chaux.....V 566
— sur le pré.....V 565
Blanquinine.....IV 410
Blé (*triticum*).....VI 502
— noir (*Polygonum fagopyrum*)...VI 523
Blende.....III 42
Bleus.....V 573
— de campêche.....V 577
— céleste.....III 179
— d'indigo.....V 573
— de montagne.....III 199, V 617
— de Prusse.....II 473, V 576, 616
— — basique.....II 476
— — ordinaire.....II 473
— — soluble.....II 476
— Raymond.....V 577
— Thénard.....III 25, V 616
— de Turnbull.....II 476
Bois.....VI 412
— (procédés de conservation du)..IV 515
— (propriétés générales du).....IV 490
— blancs.....VI 415
— du Brésil.....VI 418
— de campêche.....VI 417
— colorants.....VI 415
— durs.....VI 415
— de Fernambouc.....VI 419
— gentil (*Daphnaum mezereum*)..VI 428
— du Japon.....VI 419
— jaune.....VI 414
— odorants.....VI 415
— résineux.....VI 415
— des ruminants.....VI 287
— de Sainte-Marthe.....VI 419
— de santal.....VI 420
— de travail.....VI 415
Bolet blanc.....VI 440
— du noyer.....VI 439
Boracite.....II 293
Borates (généralités).....II 83
— d'ammoniaque.....II 228
— d'argent.....III 327
— de cadmium.....III 64
— d'étain (protoxyde).....III 87
— de fer.....II 494
— de magnésie.....II 293

Digitized by Google

Tom. Pag.
Borate de mercure.....III 297
— de méthylène.....V 121
— de nickel.....III 11
— de plomb.....III 128
— de potasse.....II 147
— de soude (acide).....II 196
— — (neutre).....II 196
Borax.....II 194
— (essai des).....II 197
Bore.....I 583
— (ses combinais. avec l'oxygène). I 585
— (son dosage).....III 563
— (son équivalent).....I 45
Bornéène.....V 272, VI 406
Borure de fer.....II 485
Boucage (*Pimpinella*).....VI 456
Bouches à feu (fabrication des)....III 207
Bougies stéariques (fabrication des). V 471
— (fabrication par l'acidification et la distillation des corps gras neutres).....V 477
Bouillon.....VI 256
— noir.....IV 160
Bouleau (*Betula*).....VI 469
Boules de Nancy.....IV 214
Bouse de vache (analyse de la).....VI 159
Brai gras.....V 341
Braunite.....II 416, 433
Bréane.....V 297
Bréidine.....V 293
Bréine.....V 293
Brésil (*Cœsalpina vesicaria*).....VI 419
Brésiline.....V 536, VI 418
Brésiléine.....V 536
Briques.....II 390
Briquet à hydrogène.....I 177
— oxygénés.....II 123
Bromal.....V 43
Bromaniline.....IV 463
Bromaniloïde.....IV 464
Bromanisol.....V 208
Bromates (généralités).....II 69
— d'argent.....III 323
— de potasse.....II 126
Brôme.....I 343
— (son dosage).....III 558
— (son équivalent).....I 41
— (combinaisons avec l'azote).....I 349
— (— avec le chlore).....I 350
— (— avec l'hydrogène).....I 346
— (— avec l'oxygène).....I 345
— (son emploi dans les recherches de chimie organique).....IV 19
— (sa séparation d'avec le chlore).III 558
Bromhélicine.....V 229
Bromhydrate d'ammoniaque.....II 213
— d'amylène.....V 138
— de bi-amyliaque.....IV 482
— de caprylène.....V 152
— de méthylène.....V 117

Tom. Pag.
Bromisatate de potasse.....V 505
Bromisatine.....V 505
Bromitriconates.....IV 260
Bromobenzoates.....V 196
Bromoforme.....V 130
Bromorcine.....V 521
Bromotérébène.....V 159
Bromoxaforme.....IV 253
Bromures (généralités).....II 56
— d'anisyle.....V 210
— d'antimoine.....III 162
— d'argent.....III 315
— d'arsenic.....I 510
— d'azote.....I 349
— de baryum.....II 242
— de bismuth.....III 142
— de bore.....I 591
— de cacodyle.....IV 188
— de cacoplatyle.....IV 187
— de cadmium.....III 62
— de calcium.....II 259
— de carbone.....I 573
— de cétyle.....V 461
— de chloréthose.....I 570
— de chloroxéthose.....V 45
— de chrôme.....II 567
— de cinnamène.....V 206
— de cobalt.....III 19
— de cuivre.....III 186
— de cuminyle.....V 216
— de cyanogène.....I 633
— d'étain.....III 82
— de fer.....II 457
— de magnésium.....II 286
— de mercuréthyle.....V 38
— de naphtaline.....V 330
— de nickel.....III 6
— de platine.....III 418
— de plomb.....III 115
— de plombéthyle.....V 37
— de potassium.....II 99
— de salicyle.....V 234
— — bromé.....V 234
— de sélénium.....I 435
— de silicium.....I 610
— de sodium.....II 170
— de soufre.....I 428
— de stibéthyle.....V 37
— de strontium.....II 250
— de zinc.....III 41
Bronze.....III 205, V 620
— (analyse du).....III 212
— blanc.....V 620
— des tamtams et des cymbales..III 209
Brucine.....IV 414, VI 433
— bromée.....IV 414
Brucite.....II 283
Brun Van-Dick.....V 612
Bryoïdine.....V 293
Bryone (*Bryonia alba*).....VI 370

Digitized by Google

Tom. Pag.
Bryonine.....IV 640, VI 370
Bugrane (*Ononis spinosa*).....VI 385
Buis (*Buxus sempervirens*).....VI 425
Busserolle.....VI 489
Butyle.....V 148
Butylène.....V 147
— (dérivés du).....V 147
Butyliaque.....V 147
Butyral.....V 456
— (action du chlore sur le).....V 456
Butyraldéhyde.....V 456
Butyramide.....V 454
Butyranilide.....V 447
Butyrates.....V 451
— de méthylène.....V 454
Butyrène chloré.....V 456
Butyriaque.....IV 483
Butyrine.....V 438, 454
Butyrone.....V 451, 455
Butyronitrile.....V 455
Buxine.....VI 425

C

Cabaret (*Asarum europæum*).....VI 371
Cacaotier (*Theobroma cacao*).....VI 529
Cachutates.....IV 314
Cacodylates.....IV 184
Cacodyle.....IV 180, 193
Cacothéline.....IV 414
Cadmies.....III 51
Cadmium.....III 60
— (son dosage).....III 538
— (son équivalent).....I 55
— (son extraction).....III 65
— (sa séparation d'avec divers métaux).....III 538
Café.....IV 448
Caféier (*Coffea arabica*).....VI 532
Caféine.....IV 447
Caféone.....IV 449
Caillé.....VI 198
— du chyle.....VI 163
Caillot du sang.....VI 104
Caïncates.....IV 346
Calamine.....III 46
Calcaires (analyse des).....II 405
Calcaire coquillé.....II 400
— grossier.....II 277
— siliceux.....II 400
Calcédoine.....I 606
Calcium.....II 253
— (son dosage).....III 517
— (son équivalent).....I 47
— (sa séparation des métaux alcalins et alcalino-terreux).....III 518
Calculs biliaires.....VI 146
— intestinaux.....VI 160
— mûraux.....IV 130
— salivaires (analyse de différents) VI 133
Calculs urinaires.....VI 190
Callosités.....VI 243
Calomel, calomelas.....III 271
Caméléon minéral.....II 419
Campholène.....V 262
Campholone.....V 262
Camphoranile.....V 261
Camphorimide.....V 261
Camphres.....V 257
— artificiel liquide de térébenthine. V 162
— — — solide.....V 162
— de Bornéo (liquide).....V 262
— — (solide).....V 263
— droit.....V 263
— gauche.....V 263
— inactif.....V 263
— du Laurus camphora.....V 257
Camphrone.....V 258
Camphylène.....V 160, 162
Canne à sucre (*Saccharum officinarum*).....VI 444
— (analyse des).....IV 610
Cannelles.....VI 427
Cannellier blanc (*Cannella alba*).....VI 429
Cantharidine.....IV 485
Caoutchène.....V 316
Caoutchine.....V 316
Caoutchouc.....V 315
— durci.....V 320
Caoutchouc des huiles.....V 418
Caprates.....V 443
Caprine.....V 438
Caproates.....V 441
— d'amylène.....V 442
— de méthylène.....V 442
Caproïle.....V 149
Caproïne.....V 438
Caprylates.....V 445
— de méthylène.....V 446
Capryle.....V 151
Caprylène.....V 151
Capryliaque.....IV 484
Caprylone.....V 446
Capsules fulminantes.....III 299
Caramel.....IV 577
Caramélate de baryte.....IV 575
Carbamide.....II 231, VI 3
— naphtalidamique.....V 336
Carbanilamide.....IV 473, V 197
Carbanilate de potasse.....V 197
Carbanilide.....IV 460
Carbazotates.....V 251
Carbocumide.....V 221
Carbonates (généralités).....II 82
— d'ammoniaque anhydre.....II 222
— — neutre.....II 222
— — des pharmaciens.....II 223
— d'argent.....III 326
— de baryte.....II 247
— de bismuth.....III 145

Digitized by Google

Tom. Pag.
Carbonate de cadmium.....III 64
— de chaux..... II 274
— — — (hydratés)..... II 278
— — — et de soude..... II 279
— de chrôme (sesquioxyde)..... II 573
— de cobalt.....III 24
— de cuivre.....III 198
— d'étain.....III 86
— de fer..... II 492
— de glucine..... II 318
— de magnésie..... II 289
— de manganèse..... II 432
— de mercure... .....III 295, 296
— de nickel.....III 10
— de palladium.....III 449
— de plomb.....III 124
— de plombéthyle..... V 37
— de potasse..... II 131
— — et de soude..... II 191
— — de platine bi-ammoniacal..III 403
— de soude..... II 182
— — — (sa fabrication)..... II 185
— de strontiane..... II 252
— de zinc basique.....III 46
Carbone..... I 513
— (son assimilation par les plantes).VI 316
— (ses combinaisons avec l'azote). I 567
— (— — — le brôme)..... I 573
— (— — — le chlore)..... I 567
— (— — — l'hydrogène)..... I 551
— (— — — l'iode)..... I 574
— (— — — le phosphore)..... I 582
— (— — — le sélénium)..... I 582
— (— — — le soufre)..... I 574
— (son équivalent)..... I 45
— (son dosage).....III 562
Carbonisation en meules..... I 522
Carbostyrile..... V 207
Carbothialdine.....IV 473, V 27
Carbures d'argent.....III 320
— de cérium..... II 329
— de fer..... II 452
— de lanthane..... II 330
— de manganèse..... II 430
— de palladium.....III 446
— de platine.....III 414
— de silicium..... I 616
Carmin bleu..... V 618
— de cochenille..... V 609
— à la colle..... V 610
— d'indigo..... V 501
Carmine..... V 535
Carotine..... V 54
Carotte (*Daucus carota*).....VI 388
— (matière colorante de la)..... V 545
Carpholite..... II 434
Carreaux..... II 391
Carthame (*Carthamus tinctoria*)...VI 498
Carthamine..... V 536
Cartilages.....VI 260

Tom. Pag.
Cartilages (composition des).....VI 261
Carvacrol..... V 271
Carvène..... V 271
Carvol..... V 271
Caryophylline..... V 268
Cascarille (*Croton eleutheria*).....VI 424
Cascarilline.....IV 641, VI 424
Caséine.....VI 71
— (action de la potasse sur la)....VI 73
— végétale.....VI 77
Cassonade.....IV 593
Castine..... II 506
Castoreum.....VI 240
Catéchine.....IV 314
Cathartine.....IV 641
Cédrène..... V 264
Célestine..... II 251
Cellulose.....IV 448
Cendres (essai des)..... II 140
— (leur emploi comme amendem.).VI 586
— artificielles.....III 199
— bleues..... V 617
— de la chair musculaire.....VI 255
— de divers végétaux.....VI 344
— d'excréments d'animaux.....VI 159
— — d'homme.....VI 157
— gravelées..... V 95
— du lait.....VI 202
— naturelles.....III 199
— des pennatules.....VI 292
— de plantes (composition).....IV 505
— de divers sangs.....VI 110
— de la salive.....VI 130
Centimes.....III 206
Cérasine.....IV 626
Cérium..... II 327
— (son équivalent)..... I 51
— (son dosage).....III 524
Céroléine..... V 482
Cérosie..... V 485
Cérotène..... V 484
— chloré..... V 484
Cérotine..... V 483
Céroxyline..... V 485
Cérumen des oreilles.....VI 221
Céruse.....III 125, V 602
— (fabrication de la).....III 125
Cétène..... V 460
Cétine..... V 459
Cétylaniline.....IV 469
Cétylate de soude..... V 460
Chair musculaire.....VI 252
Chalkolite.....III 236
Chalumeau..... I 274
— (essais au).....III 579
Chamoiserie.....IV 326
Champignon.....VI 438
Chanvre (*Cannabis sativa*)...VI 451, 523
Charbon animal..... I 530
— de bois..... I 521

Digitized by Google

Tom. Pag.
Charbon métallique..... I 520
Charbons végétaux et animaux.... V 614
Charrée.....VI 587
Chaulage.....VI 576
Chaux .....II 253, V 601
— (son dosage).....IV 79
— (son emploi dans les recherches de chimie organique).....IV 37
— grasse..... II 235
— hydraulique.....II 403
— — artificielle..... II 407
— maigre ..... II 255
— potassée (son emploi dans les recherches de chimie organique).IV 31
Chélerythrine.....IV 401
Chélidonates.....IV 346
Chélidonine .....IV 401
Chélidoxanthine.....IV 641
Chêne (*Quercus robur*).....VI 422, 524
— liége (*Quercus suber*).....VI 423
Cheveux.....VI 244
Chiendent (*Triticum repens*).....VI 360
Chimie analytique (notions de) ....III 503
— animale .....VI 1
— végétale .....VI 304
Chitine.....VI 93
Chloracétamide.....IV 173
Chloral..... V 42
Chloralbine..... V 248
Choralide..... V 43
Chloraloïde..... V 543
Chloramidure de mercure...II 223, III 278
Chloramidure de phosphore..... I 485
Chloramylal..... V 132
Chloranilam..... V 514
Chloranilamide..... V 514
Chloranile..... V 514
Chloraniline.....IV 462
Chloranisal..... V 208
Chloracétates .....IV 170
Chlorates (généralités)..... II 67
— d'argent.....III 323
— de potasse..... II 120
— de soude..... II 181
Chlore..... I 312
— (ses combinais. avec l'oxygène).. I 318
— (son dosage).....III 557, IV 75
— (son équivalent)..... I 39
— hydraté..... I 313
Chloréthose..... I 569
Chlorhélicine ..... V 229
Chlorhéllénine ..... V 265
Chlorhydrate d'acid. aspartique actif.IV 285
— d'amarine..... V 173
— d'ammoniaque..... II 210
— — et chlorure de platine (combinaison).....III 418
— d'amylène..... V 137
— d'amyliaque.....IV 482
— de benzidine..... V 194
Chlorhydrate de caprylène ..... V 152
— de capryliaque.....IV 484
— de céline..... V 461
— de chlorure d'or.....III 373
— de chrôme (sesquioxyde)..... II 563
— de codéine.....IV 393
— de diplatinnamine.....III 406
— d'éthyliaque.....IV 475
— de fibrine.....VI 63
— de lophine ..... V 174
— de mésitène..... V 108
— de méthylène..... V 116
— — (act. du chlore sur le) ..... V 116
— (— du phosphure de calcium).. V 117
— de morphine.....IV 392
— d'urée.....VI 5
Chlohydrure de cyanogène..... I 628
Chlorindine ..... V 511
Chlorisatates..... V 506
Chlorisathyde..... V 509
Chlorisatine ..... V 504
Chlorisatosulfite de potasse..... V 506
Chlorites (généralités) ..... II 68
— d'argent.....III 323
— de potasse ..... II 125
Chlorobenzoates..... V 195
Chlorobenzol..... V 177
Chlorocaféine.....IV 448
Chlorocamphène..... V 162
Chlorocarbéthamide..... V 68
Chlorocinnol..... V 216
Chlorocinnose..... V 201
Chlorocodéine.....IV 393
Chlorocuminol..... V 216
Chlorocyanamide ..... I 633
Chlorocyanilide .....IV 461
Chlorodibromaniline .....IV 463
Chloroforme.....V 105, 128
Chloromercurates.....III 275
— de cacodyle .....IV 186
Chloromésitilène .....IV 178
Chlorométrie ..... II 265
Chloronicéamide ..... V 187
Chloronicine..... V 188
Chloropale ..... II 501
Chlorophane..... II 260
Chlorophosphate de plomb..... III 128
Chlorophosphure d'azote..... I 479
Chlorophylle..... V 546
Chloropicrine..... V 252
Chloroplatinates.....III 417
— de cacodyle .....IV 187
Chloroplatinite de diplatosammine.III 401
Chlorosalicine..... V 226
Chlorosalicylites..... V 233
Chlorostyracine ..... V 308
Chlorosuccilamide..... V 391
Chlorosulfure de carbone..... I 579
— de plomb .....III 114
— de phosphore..... I 484

Digitized by Google

Tom. Pag.
Chloroxaméthane ..... V 70
Chloroxéthamide..... V 70
Chloroxétose..... V 45
Chloroxyde de phosphore..... I 484
Chlorures (généralités)..... II 53
— d'acétyle.....IV 168
— alcalins (leur combinaison avec le protochlorure de palladium).III 448
— d'aluminium..... II 300
— ammoniacaux doubles..... II 213
— d'anisyle ..... V 210
— d'argent.....III 313
— d'arsenic..... I 509
— d'azote ..... I 341
— de baryum..... II 241
— de benzile..... V 180
— de benzoïle..... V 170
— — — nitré..... V 178
— de bismuth.....III 141
— de bismuthéthyle..... V 38
— de bore..... I 590
— de brôme..... I 350
— de cacodyle (sa combinaison avec le chlorure de cuivre).....IV 186
— de cacoplatyle.....IV 187
— de cadmium.....III 62
— de calcium..... II 258
— — (son emploi dans les recherches de chimie organique) ...IV 39
— — (sa combinaison avec le lactate de chaux).....IV 294
— de cétyle..... V 461
— de chaux ..... II 263
— de chloréthose ..... V 570
— de chlorobenzoïle..... V 171
— de cinnamyle..... V 205
— de cobalt.....III 19
— de cuivre ammoniacaux.....III 186
— de cuminyle..... V 217
— de cyanogène gazeux..... I 630
— — — liquide ..... I 631
— — — solide ..... I 632
— décolorants..... II 263
— de fer..... II 455
— de glucinium..... II 318
— d'iridium .....III 417
— de magnésium ..... II 285
— de manganèse..... II 426
— de mercuréthyle..... V 38
— de méthyle..... V 116
— de naphtaline..... V 330
— de nickel .....III 6
— de pélargyle .....V 397
— de phényle..... V 253
— de platine et d'éthyliaque.....IV 476
— — — et de méthyluriaque ...VI 44
— de plomb .....III 113
— — — (sa combinaison avec l'acétate de plomb).....IV 163
— de plombéthyle..... V 37
Chlorure de potassium..... II 97
— — — et de platine.....III 417
— de rhodium .....III 443
— de salicyle ..... V 233
— de silicium..... I 609
— de sodium ..... II 158
— — — et de platine.....III 417
— de soufre..... I 426
— — — intermédiaire..... I 426
— de stibéthyle..... V 37
— stilbène ..... V 175
— de strontium ..... II 249
— de succinyle..... V 387
— sulfobenzinile..... V 194
— d'uranyle.....III 233
— de zinc.....III 40
— (son emploi dans les recherches de chimie organique).....IV 39
Chochoca .....VI 396
Cholacrol .....VI 145
Cholalates .....VI 49
Cholates.....VI 48
Cholestérine.....VI 56
— (act. de l'acide azotique sur la).VI 50
Choloïdates.....VI 57
Chondrine .....VI 88
Choroïde.....VI 293
Choux (*Brassica campestris*).....VI 175
Chrictonite.....III 101
Chrômates ..... II 556
— de bismuth.....III 145
— de cadmium.....III 65
— de chrôme (sesqui-oxyde)..... II 549
— de cuivre .....III 202
— de mercure (deutoxyde) .....III 297
— de nickel .....III 11
— de plomb bibasique .....III 130
— — — neutre .....III 129
— de potasse neutre..... II 556
— de zinc.....III 48
Chrôme ..... II 548
— (son dosage).....III 529, IV 80
— (son équivalent)..... I 53
— (sa séparation d'avec divers métaux).....III 529
Chrysobéryl ..... II 316
Chrysocal.....III 203
Chrysoharmine.....IV 416
Chrysophyllum glycyphæum.....VI 430
Chrysoprase ..... I 606
Chrysoramine..... V 538
Chûno blanco ou moray.....VI 396
Chyle.....VI 162
— (caractères microscopiques du).VI 163
— (composition chimique du).....VI 164
— (sérum du).....VI 163
— animal.....VI 163
— végétal.....VI 163
Chyme.....VI 162
Chymosine.....VI 137

Digitized by Google

	Tom.	Pag.
Cidre	V	96
Cigares (fabrication)	IV	445
Ciguë (*Conium maculatum*)	VI	476
Ciment diamant	II	411
— romain	II	406
Cinabre	III 288,	V 611
Cinchonétine	IV	608
Cinchonicine	IV	409
Cinchonidine	IV	409
Cinchonine	IV	407
— bromée	IV	408
— chlorée	IV	408
Cinchovatine	IV	410
Cinnamates	V	204
Cinnamate de méthylène	V	205
Cinnaméine	V	203
Cinnamène	V	206
— brômé	V	206
— chloré	V	206
— nitré	V	206
Cinnamide	V	205
Cinnanilide	V	205
Cinnhydramide	V	201
Cire	V	480
— des abeilles	V	480
— des Andaquies	V	484
— de Bicuhiba	V	486
— de Carnauba	V	486
— de Chine	V	483
— de Myrica	V	486
— d'Ocuba	V	486
Citraconates	IV	259
— (action du brôme sur les)	IV	260
Citramide	IV	262
Citraniside	V	206
Citrates	IV	244
— (action du brôme sur les)	IV	253
— (action du chlore sur les)	IV	253
— de méthylène neutre	IV	124
Citrène	V	164
Citrilène	V	165
Civette	VI	240
Clavalier jaune (*Xanthoxylum Clava-Herculis*)	VI	430
Cnicin	IV	641
Cobalt	III	15
— (son dosage)	III 532,	IV 80
— (son équivalent)	I	54
— (son extraction)	III	31
— (sa sépar. d'avec divers métaux)	III	533
— gris	III	30
Cochlearia officinalis	VI	456
Cocotier (*Cocos nucifera*)	VI	521
Codéine	IV	393
Cœur	VI	295
Cohésion	I	5
Coke	I	520
Colchicine	IV	435
Colchique d'automne (*Colchicum autumnale*)	VI	362
Colcothar	II 446,	V 609
Colle (fabrication de la)	VI	88
— forte	VI	88
— - liquide	VI	92
— d'os	VI	91
— de poisson	VI	92
Collodion	VI	527
Colmatage	VI	539
Colocynthine	IV	641
Colombine	IV 642,	VI 383, 595
Colombium	III	259
Colombo (*Menispermum palmatum*)	VI	382
Colophane	V	289
Colophène	V	160
Colostrum	VI	208
Colza (*Brassica campestris, oleifera*)	VI 455,	526
Combinaisons (définition)	I	5
— ammoniacales (généralités)	II	203
Combustibles (propriétés génér. des)	IV	490
— fossiles	IV	511
Coménamide	IV	338
Coménates	IV	334
Composés ammoniaco-isatiniques	V	501
— amyliques (formules des)	V	131
— binaires non oxygénés (leur nomenclature)	I	10
— isomériques	I	4
— méthyliques (formules des)	V	126
Composition d'étain des teinturiers	III	79
Composts	VI	597
Conchioline	VI	94
Concrétions arthritiques	VI	283
Conine	IV	417
Conserves alimentaires	VI	301
Copahus	V	291
Coques de pastel	VI	476
Coquelicot (*Papaver rheas*)	VI	495
Coquilles	VI	290
Corail	VI	292
Coraline (*Coralina officinalis*)	VI	436
— articulée (composition)	VI	292
Corindon	II	297
Cornaline	I	606
Cornée	VI	293
Cornéenne lydienne	III	382
Corps	I	1
— (différents états des)	I	4
— (propriétés générales des)	I	2
— amorphes	I	72
— comburants	I	168
— composés	I	3
— — (nomenclature des)	I	7
— dimorphes	I	94
— gras	V	344
— — neutres (propriétés générales des)	V	414
— neutres organiques	IV	486
— — — (étude des principaux)	IV	486
— oxydants (leur action sur l'indigo)	V	499

Digitized by Google

Tom. Pag.
Corps pyrogénés.....IV 4
— simples..... I 3
— — (nomenclature des)..... I 6
— — (équivalents des)..... I 30
— — (distribution dans la nature). I 119
Corroyage.....IV 324
Corydale (*Corydalis tuberosa*).....VI 380
Corydaline.....IV 455, VI 380
Cotarnine.....IV 397
Couleurs (contraste simultané des). V 530
— (liste par ordre de solidité des principales)..... V 597
— blanches..... V 601
— bleues..... V 616
— bronze..... V 581
— brunes..... V 612
— brun-marron..... V 581
— composées de bleu et de rouge. V 579
— — de jaune et de bleu..... V 580
— — de jaune, rouge et bleu..... V 581
— cramoisie..... V 579
— employées en peinture..... V 595
— fleur de pensée..... V 580
— gris-lapis..... V 580
— jaunes..... V 613
— lie-de-vin..... V 580
— lilas..... V 580
— marron..... V 581
— noires.....V 581, 614
— obtenues avec les mordants.... V 588
— olive..... V 581
— pourpre..... V 580
— rouges..... V 609
— vapeurs..... V 593
— vénéneuses..... V 599
— vertes..... V 618
Coumarine..... V 265
Coupellation.....III 331
Couperose bleue.....III 194
— verte..... II 486
Craie.....II 277, V 602
— rouge..... V 605
Créatine.....VI 39
— (action des acides sur la).....VI 41
— (— de la baryte sur).....VI 42
— (— de l'oxyde de mercure sur la).VI 44
— (sels de).....VI 40
Créatinine.....VI 41
— (formules des principaux sels de) VI 41
Crème du lait.....VI 195
— de tartre.....IV 208
— — (sa combinaison avec l'acide arsénique).....IV 221
— — soluble.....IV 220
Créosote..... V 342
Creusets..... II 391
— brasqué..... II 413
Cristal..... II 372
— (détermination de la forme d'un) I 96
— de roche..... I 604

Tom. Pag.
Cristallin.....IV 458
— de l'œil.....VI 294
Cristallisation par dissolution (voie humide)..... I 73
— — — (voie sèche)..... I 75
— par fusion..... I 73
— par volatilisation..... I 73
Cristallographie (not. élémentaires). I 72
Cristaux (propriétés générales des). I 76
— des chambres de plomb..... I 385
— de Vénus.....IV 164
Crocus.....III 167
Crown-glass..... II 368
Cubébin.....IV 642, V 166
Cuir.....IV 300
Cuite de la soie..... V 560
Cuivre.....III 175
— (ses combinais. avec l'oxygène).III 173
— (son dosage).....III 544, IV 80
— (— — par voie humide).....III 214
— (sa métallurgie).....III 219
— (sa séparation d'avec divers métaux).....III 545
— blanc.....III 192
— — de la Chine.....III 210
— gris.....III 190
— jaune.....III 203
— noir.....III 222
— oxyde noir.....III 179
— panaché.....II 481, III 170
— pyriteux.....III 189
— rosette.....III 226
Cumène..... V 220
Cuminamide..... V 220
Cumine..... V 221
Cuminhydramide..... V 216
Cuminol..... V 215
— potassé..... V 216
Cuminonitrile..... V 220
Cuminyle..... V 216
Cuprocyanure de cuivre.....III 187
Curare.....IV 430
Curarine.....IV 450
Curcuma.....VI 367
Curcumine.....V 539, VI 367
Cusparine.....VI 432
Cuve d'Inde..... V 575
— de pastel..... V 575
— vitriolique..... V 573
— de vouède..... V 575
Cyamélide..... I 623
Cyaméthane..... V 75
Cyaméthylane..... V 125
Cyanamide..... I 631
— chlorée..... I 633
Cyanate de butylène..... V 147
— de méthylène..... V 125
— de potasse..... V 127
Cyanéthine.....IV 473, V 59
Cyanhydrate d'ammoniaque..... II 214

Digitized by Google

Tom. Pag.
Cyanhydrate d'amylène..... V 139
— de métacétène..... V 455
— de méthylène.....IV 169, V 120
Cyaniline.....IV 465
Cyanine..... V 547
Cyanite..... II 309
Cyanobenzyle..... V 181
Cyanocobaltide de potassium.....III 20
Cyanocodéine.....IV 393
Cyanocumine.....IV 473, V 222
Cyanofer..... II 460
Cyanoferrides..... II 471
Cyanoferrures (généralités sur les). II 471
— de baryum..... II 469
— de calcium..... II 469
— de chrôme..... II 567
— de magnésium..... II 469
— de nickel.....III 7
— de potassium..... II 462
— — (fabrication avec l'azote)... II 466
— — (— — les matières animales) II 464
— de sodium..... II 469
Cyanogène..... I 617
— (ses combinais. avec l'oxygène). I 623
— (— — le phosphore)..... I 634
Cyanomanganide de potassium..... II 428
Cyanomanganure de potassium.... II 428
Cyanomercurate de potassium.....III 284
Cyanotoluidine.....IV 473
Cyanoxysulfide..... I 636
Cyanurate de butylène..... V 147
— de méthylène..... V 125
Cyanures (généralités)..... II 59
— d'argent.....III 317
— de cacodyle.....IV 189
— de cadmium.....III 63
— de cinnamyle..... V 206
— de chrôme..... II 567
— de cobalt intermédiaire.....III 20
— de fer..... II 457
— — (ses combinaisons avec les autres cyanures)..... II 459
— — (magnétique)..... II 458
— de manganèse..... II 428
— de mercure.....III 283
— de nickel.....III 7
— d'or.....III 375
— de palladium.....III 448
— de platine ammoniacal.....III 401
— — intermédiaire.....III 421
— de plomb.....III 117
— de potassium..... II 102
— de sodium..... II 171
— de titane.....III 100
— d'uranium.....III 234
— de zinc.....III 41
Cymène..... V 223
Cymophane..... II 316
Cynoglosse (*Cynoglossum*).....VI 391
Cystine.....VI 28

Tom. Pag.

D

Daguerréotype.....III 456
Dammarol..... V 294
Dammarone..... V 294
Daphnine.....VI 428
Décreusage de la soie..... V 560
Dégommage..... V 590
— de la soie..... V 560
Dégraissage..... V 561
— à la chaux..... V 562
Delphine.....IV 456
Densités des vapeurs (considérations générales sur leur mesure).....III 614
Dentelaire (*Plumbago europæa*)....VI 390
Dents.....VI 284
Derme..... V 242
Déshydratation des acides..... II 53
— des oxydes..... II 54
— des sels..... II 54
Désuintage de la laine..... V 539
Deutochlorure de cuivre.....III 185
Deutocyanure de cuivre.....III 188
Deuto-iodure d'étain.....III 83
— de mercure.....III 281
— de phosphore..... I 487
Deutosulfure de mercure.....III 287
Deutoxyde d'azote..... I 296
— de chrôme..... II 549
— de cuivre.....III 178
— de mercure.....III 266
— de molybdène.....III 247
— de platine.....III 399
— de vanadium.....III 254
Dévitrification..... II 360
Dextrine.....IV 546
Dialurate d'ammoniaque.....VI 24
Diamant..... I 515
Diaspore..... II 299
Diastase.....IV 545
— salivaire.....VI 131
Dibenzollimide..... V 174
Dibutyrine..... V 458
Didyme..... II 327
— (son équivalent)..... I 51
— (son dosage)..... II 524
Diéthyline..... V 400
Diéthyltoluidime..... V 308
Diéthylurée.....VI 9
Difluane.....VI 21
Digesteurs.....IV 8
Digestion.....VI 127
— (résumé des phénomènes chimiques de la).....VI 161
Digitale (*Digitalis purpurea*).....VI 490
Digitaline.....IV 642, VI 490
Dilitarate d'ammoniaque.....VI 26
Diméthylurée.....VI 10
Di-oléine..... V 371

Digitized by Google

Tom. Pag.
Dioplase.....III 202
Dioscorea sativa.....VI 365
Dipalladamnine.....III 448
Dipalmitine..... V 427
Diphénine..... V 194
Diphénylurée.....VI 11
Diplatinamnine.....III 408
Diplatosammine.....III 408
Disacryle..... V 406
Dissolvants (leur action sur les substances organiques).....IV 8
Distéarine..... V 359
Disthène..... II 309
Dithionates (généralités)..... II 74
Dolomie..... II 291
Doré (son analyse).....III 386
Dorure.....III 491
— galvanique.....III 498
— par immersion.....III 493
— au mercure.....III 491
— au trempé.....III 493
Draconyle..... V 206
Dracyle..... V 307
Drainage.....VI 570
Dulcose.....IV 659
Dumasine.....IV 179
Dyslysine.....VI 49, 142
— de Plattner et Gmelin.....VI 144
Dyslyte.....IV 259

E

Eau..... I 181
— (son action sur l'acide sulfurique monohydraté)..... I 395
— (— — — les acides sulfomargarique et sulfoléique) V 408
— (— — — les métaux)..... II 4
Eaux (compos. de diverses espèces d')..I 198
— de l'amnios.....VI 217
— artificielles principales..... I 228
— blanche.....IV 162
— calcaires..... I 204
— chalybée..... I 230
— de combinaison..... II 41
— de cristallisation..... II 41
— distillée..... I 191
— à l'état de vapeur..... I 183
— ferrugineuses..... I 221
— forte..... I 279
— de Goulard.....IV 162
— d'interposition..... II 42
— de Javelle..... II 125
— liquide..... I 181
— de mer..... I 206
— — (exploitation de l')..... II 164
— mères des marais salants (exploitation des)..... II 166
— minérales naturelles.....I 206, 213
— naturelles (principales espèces)..I 195

Tom. Pag.
Eau oxygénée..... I 231
— potables..... I 196
— régale..... I 281
— salines..... I 216
— séléniteuses..... I 204
— de Seltz..... I 229
— — (sa fabrication)..... I 537
— solide..... I 182
— sulfureuses..... I 224
— sûres des amidonniers.....IV 551
— de-vie..... V 79
Ébrouissage..... V 574
Écailles d'huîtres.....VI 290
Écailles de reptiles et de poissons..VI 248
Écarlate..... V 572
Éclairage au gaz (généralités)..... I 558
Écobuage.....VI 583
Ecorces.....VI 420
Écume de mer..... II 294
Élaène..... V 411
Élaïdate de méthylène..... V 399
Élaïdine..... V 398
Élaïrérine..... V 219
Élaldéhyde..... V 25
Élatérine.....IV 643
Élathine.....IV 178
Électron..... V 296
Électrum.....III 380
Élémi..... V 292
Ellagates.....IV 313
Ellébore blanc (*Veratrum album*)...VI 362
Émail..... II 376
Émeraude.....II 316, 573
— artificielle..... II 379
— orientale..... II 297
Émeri..... II 297
Émétine.....VI 400, IV 456
Émétiques..... ..III 169, IV 207, 217
Empois.....IV 543
Empoisonnement par l'ac. arsénieux. I 500
— (recherches de l'antimoine)....III 173
— (— du mercure).....III 301
Émulsine..... V 199
Émydine.....VI 81
Encens..... V 302
Encre.....IV 303
— de Chine..... V 615
— de sèche.....VI 236
— de sympathie.....III 19
Enfouissement des végétaux.....VI 596
Engrais.....VI 589
— (quantité à employer).....VI 597
— flamand.....VI 593
— jauffret.....VI 597
— suisse.....VI 592
— vert.....VI 596
Épaississage..... V 585
Épiderme.....VI 242
Épidermose.....VI 63
Épidote manganésifère.....II 434

Digitized by Google

Tom. Pag.
Épigénie ..... II 482
Épine-vinette (*Berberis vulgaris*)... VI 381
Éponges ..... VI 241
Équations chimiques..... I 14
Équivalents chimiques..... I 13
— (considérés comme des multiples de l'équivalent de l'hydrogène).. I 65
— (expériences de Wollaston sur les). I 22
— (observation de Bergmann —). I 21
— (tableau des)..... I 69
— (théorie des)..... I 16
— des substances organiques.....IV 82
— des principaux corps (leur détermination) ..... I 30
Érbite..... II 324
Erbium..... II 324
— (son équivalent)..... I 51
Érémacausie.....IV 6
Ergot du seigle.....VI 511
Ergotine..... .....IV 643, VI 512
Éricinole .....IV 546
Érimite .....III 201
Érythroglucine... ..... V 518
Érythroléine..... V 525
Érythroprotide.....VI 76
Érythrorétine..... V 300
Esculétine ....IV 634
Esculine.....IV 633
Espèces (définition des)..... I 3
Esprits ..... V 18
— de bois..... V 104
— — (action du chlore sur l')..... V 108
— — (— des acides sur l') ..... V 109
— de Menderer.....IV 158
— pyroacétique.....IV 176
— pyroxylique ..... V 104
Essais au chalumeau .....III 579
Essences (généralités)..... V 153
— d'absinthe..... V 268
— d'ail ..... V 285
— d'amande amère..... V 168
— — — (act. de l'acide azot. sur l') V 178
— — — (— cyanhydrique sur l'). V 172
— — — (— de l'ammon. sur l'). V 172
— — — (— du chlore sur l')... V 170
— — — (— du cyan. de merc.). V 172
— — — (— de l'hydrog. sulfuré). V 174
— — — (— du perchlorure de phosphore sur)..... V 177
— — — (— du sulfhyd. d'am. sur) V 174
— d'anis concrété..... V 208
— d'aspic ..... V 268
— d'athamantha-oreoselinum .... V 166
— de basilic ..... V 167
— de bergamote..... V 274
— de bouleau..... V 167
— de cabaret .....V 274, VI 371
— de cajéput ..... V 274
— de camomille..... V 268
— de cannelle..... V 200
Essence de carvi ..... V 270
— de cascarille..... V 274
— de cèdre concrète..... V 264
— de citron..... V 164
— de copahu..... V 166
— de cubèbe..... V 166
— de cumin ..... V 215
— d'élémi..... V 165
— de *Gaultheria procumbens*..... V 240
— de genièvre..... V 165
— de girofle ..... V 267
— de gommart ..... V 167
— de boublon..... V 274
— hydrocarburées..... V 157
— d'hysope..... V 275
— de jasmin..... V 275
— de laurier..... V 167
— de lavande..... V 268
— de macis..... V 275
— de matricaire..... V 275
— de menthe ..... V 264
— de moutarde..... V 277
— — (alcalis dérivés de l').....IV 471
— d'orange..... V 165
— d'osmitopsis ..... V 275
— oxygénées..... V 168
— de persil..... V 276
— de *Pinus abies*..... V 167
— de poivre..... V 167
— de raifort ..... V 285
— de romarin..... V 276
— de rose.....V 268, VI 497
— de rue .... V 270
— de sabine ..... V 166
— de sassafras ..... V 264
— de semen-contra..... V 276
— sulfurées..... V 277
— de térébenthine.....V 157, 163
— — (act. de l'acide chlorh. sur l'). V 162
— — (— — azotique) ..... V 163
— — (ses modificat. isomériques). V 158
— de thuja..... V 276
— de thym..... V 271
— de valériane..... V 272
— de vétiver..... V 276
— de zédoaire.....IV 369
Étain .....III 66
— (son alliage avec le cuivre).....III 205
— (amalgames d')..... III 300
— (ses combin. avec l'oxygène)... III 69
— (son dosage) .....III 538, IV 80
— (son équivalent) ..... I 55
— (sa métallurgie).....III 87
— (sa séparat. d'avec divers métaux) III 538
— en larmes.....III 89
Étamage du cuivre et de laiton....III 211
— des pots de fonte ..... II 531
Éthal .....V 401, 460
— (tableau des dérivés de l')..... V 463
— sodé..... V 460

Digitized by Google

Tom. Pag.
Éthalate de potasse..... V 460
Éthaloxanthate de potasse..... V 464
Éther..... V 29
— (généralités)..... V 3
— (action du chlore sur l')..... V 44
— acétique..... V 71
— — perchloré..... V 71
— à acides organiq. (formule des). V 76
— acrylique..... V 406
— adipique..... V 394
— allophanique..... V 75
— amygdalique..... V 199
— amylacétique..... V 141
— — bichloré..... V 141
— amylique..... V 133
— (— ses combinaisons avec l'éther vinique et l'éther méthyl.). V 142
— amyloboriques et amylosiliciques. V 140
— amylocarbonique..... V 141
— amyloxalique..... V 141
— amylvinique..... V 78
— anamirtique..... V 431
— angélique..... V 269
— anisique..... V 211
— azoteux..... V 63
— azotique..... V 62
— bénique..... V 419
— benzoïque..... V 188
— bibromosalicylique..... V 240
— bichloré..... V 44
— bichlorosalicylique..... V 238
— binitrobenzoïque..... V 198
— binitrosalicylique..... V 243
— borique..... V 64
— bromanisique..... V 212
— bromhydrique..... V 56
— bromosalicylique..... V 239
— butyrique..... V 453
— camphorique..... V 261
— camphorique bichloré..... V 261
— caprique..... V 144
— caproïque..... V 442
— caprylamylique..... V 150
— caprylique..... V 446
— caprylméthylique..... V 150
— caprylvinique..... V 150
— carboniques..... V 67
— cérotique..... V 482
— chloranisique..... V 212
— chlorhydrique..... V 54
— chlorhydrique mésitique..... IV 177
— chloronicéique..... V 187
— chloroxycarbonique..... V 68
— chrysanisique..... V 214
— cinnamiques..... V 205
— citrique..... V 73
— composés..... V 3
— cuminique..... V 219
— cyanhydrique..... V 59
— cyanique..... V 75

Tom. Pag.
Éther cyanique ammoniacal..... V 75
— cyanique ammoniacal de l'esprit de bois..... V 125
— cyanurique..... V 74
— élaïdique..... V 399
— de l'esprit de bois..... V 109
— éverninique..... V 520
— fluorhydrique..... V 57
— formique..... V 72
— — perchloré..... V 72
— hippurique..... VI 33
— hydrosulfocyanométhylique..... V 119
— indigotique..... V 512
— iodhydrique..... V 56
— iodhydrique de l'alcool éthalique. V 460
— idodhydrique mésitique..... V 177
— lactique..... V 74
— laurostéarique..... V 429
— lécanorique..... V 516
— malique..... V 74
— margarique..... V 363
— mésitique..... IV 177
— méthylique bichloré..... V 110
— méthylique monochloré..... V 110
— méthylique perchloré..... V 110
— méthylvinique..... V 78
— myristique..... V 430
— nitranisique..... V 212
— nitrobenzoïque..... V 197
— nitrocinnamique..... V 207
— nitrosalicylique..... V 243
— nitrotoluique..... V 224
— œnanthique..... V 431
— œnanthique chloré..... V 432
— œnanthylique..... V 423
— oléique..... V 369
— ordinaire (sa combinaison avec les éthers méthyl. et amylique). V 78
— orcellinique..... V 520
— oxalique..... V 69
— — (action du chlore sur l')..... V 70
— palmique..... V 423
— palmitique..... V 426
— pélargonique..... V 397
— perchloré..... V 44
— perchlorique..... V 64
— phénamylique..... V 254
— phénique..... V 253
— phosphorique (neutre)..... V 50
— pyroligneux..... V 104
— quadrichloré..... V 55
— quintichloré..... V 55
— ricinoléique..... V 420
— salicylique..... V 243
— — bibromé..... V 243
— — monobromé..... V 243
— sébacique..... V 377
— sélénhydrique..... V 60
— siliciques..... V 65
— silicique avec excès de silice..... V 66

Digitized by Google

Tom. Pag.
Éther silicique sesqui-basique..... V 66
— — tribasique..... V 65
— stéarique..... V 357
— subérique..... V 379
— — chloré..... V 379
— succinique..... V 388
— — perchloré..... V 389
— sulfhydrique..... V 57
— sulfureux..... V 62
— sulfurique (neutre)..... V 61
— tartrique..... V 73
— tellurhydrique..... V 60
— toluique..... V 223
— trichloré..... V 54
Éthérification (théorie de l')..... V 32
Éthérine..... V 49
Éthérole..... V 49
Éthiops minéral..... III 288
Éthylaniline..... IV 466
Éthylate de potasse..... V 17
— de zinc..... V 35
Éthylbromaniline..... IV 463
Éthylchloraniline..... IV 463
Éthylconine..... IV 418
Éthylcyaniline..... IV 465
Éthyle..... V 34
— (ses dérivés)..... V 35
Ethyliaque..... IV 474
— (action de l'éther bromhy. sur l')..IV 477
Ethylméthylurée..... VI 10
Éthylnitraniline..... IV 465
Éthylphénylurée..... VI 12
Éthylpipéridine..... IV 454
Éthylpipérylurée..... IV 454
Éthylquinine..... IV 403
Éthylsinnamine..... V 281
Éthyltoluidine..... V 308
Éthylthiosinnamine..... V 279
Éthylurée..... VI 9
Euchroïte..... III 201
Euclase..... II 316
Eudiomètre..... I 245
Eugénine..... V 267
Eulite..... IV 259
Euphorbe..... V 299
Eupione..... V 340
Euxanthone..... V 540
Évernates..... V 521
Excréments..... VI 155
— (méthode d'analyse des)..... VI 159
Exostoses (composition des)..... VI 275
Expiration des plantes..... VI 321
Extrait de Saturne..... IV 162

F

Fahlunite..... II 309
Faïence commune ou italienne..... II 393
— fine ou anglaise..... II 394
Fanons de baleine..... VI 250

Tom. Pag.
Farines..... IV 558, V 587, VI 513
— (essai des)..... VI 515, 516
— de froment..... VI 513
— de maïs..... VI 514
— de lin..... VI 528
— d'orge..... VI 514
— de seigle..... VI 515
Fausse couleur..... V 590
Fécule (extraction)..... IV 554
Feldspath..... II 309
— compacte..... II 311
— résinite..... II 311
— sonore..... II 311
— tenace..... II 311
— terreux..... II 311
Fer..... II 440
— (son alliage avec l'antimoine)..... III 170
— (— — — l'argent)..... III 331
— (— — — le manganèse)..... II 485
— (son dosage)..... III 527, IV 80
— (son équivalent)..... I 52
— (sa métallurgie)..... II 503
— (sa production en Europe)..... II 547
— (sa séparation d'avec divers métaux)..... III 527
— actif..... II 444
— arsenical..... II 484
— blanc..... III 90
— carbonaté compacte et argileux. II 501
— du commerce..... II 441
— doux..... II 442
— galvanisé..... II 443
— natif..... II 496
— oligiste métalloïde..... II 498
— — micacé..... II 498
— — spéculaire..... II 498
— oxalaté..... IV 132
— oxydé géodique..... II 500
— — hydraté..... II 400
— oxydé rouge compacte..... II 498
— oxydulé..... II 500
— passif..... II 444
— pyrophorique de Magnus..... II 440
— spathique..... II 492, 501
— spéculaire..... IV 39
— titané..... III 96
Ferments (leur emploi dans les recherches de chimie organique)..... IV 39
Fermentations..... IV 40
— alcoolique..... IV 648
— butyrique..... IV 660
— gallique..... IV 305
— lactique..... IV 288
— pectique..... IV 333
— sinapisique..... V 279
— tannique..... IV 299
— visqueuse..... IV 652
Ferrates..... II 450
Ferricyanogène..... II 470
Ferricyanure de potassium..... II 471

Digitized by Google

Tom Pag.
Ferrites..... II 447
Ferrocyanogène..... II 460
Feu Indien ..... I 511
Feuilles (étude des principales)....VI 469
Fèves (*Faba vulgaris*).....VI 459
Fibres élastiques.....VI 251
Fibrine.....VI 62
— végétale .....IV 557
Fibroïne.....VI 241
Fiel de verre..... V 616
Fils de fer..... II 525
— de la vierge.....VI 241
Fiole philosophique..... II 361
Fiorite..... I 604
Flamme ..... I 274
Flavindine ..... V 511
Flavine.....IV 473
Fleurs (études des principales)....VI 495
— argentines d'antimoine.....III 150
— de soufre..... I 379
— de zinc.....III 36
Flint-glass ..... II 377
Fluides animaux.....VI 95
— digestif.....VI 127
— végétaux.....VI 304
Fluor ..... I 368
— (ses combinaisons avec le brôme et l'iode)..... I 373
— (son dosage).....III 559
— (son équivalent)..... I 41
Fluorhydrate d'ammoniaque..... II 213
— de méthylène..... V 120
Fluorures (généralités) ..... II 58
— d'antimoine.....III 162
— d'argent.....III 317
— d'arsenic..... I 510
— de baryum..... II 243
— de bismuth.....III 142
— de bore..... I 591
— de brôme..... I 373
— de cacodyle.....IV 189
— de cadmium.....III 63
— de calcium..... II 260
— de chrôme ..... II 567
— de cobalt .....III 20
— de cuivre.....III 187
— d'étain.....III 83
— de fer..... II 457
— d'iode..... I 373
— de mercure.....III 282
— de phosphore ..... I 488
— de plomb .....III 116
— de potassium..... II 101
— de sélénium..... I 435
— de silicium..... I 611
— de sodium..... II 170
— de soufre..... I 428
— de strontium..... II 250
— de tellure..... I 441
— de titane.....III 100

Tom. Pag.
Fluorures d'uranium.....III 234
— de zinc.....III 41
Fluosilicanilide.....IV 461
Flux blanc.....I 133, IV 208
— noir.....I 133, IV 208
Foie .....VI 297
— d'antimoine .....III 167
— de soufre..... II 107
Fondant de Baumé..... II 111
Fontaine à gaz..... I 173
Fonte (affinage, divers procédés) .. II 519
— (analyse des)..... II 538
— (diverses espèces de)..... II 526
— (sa fabrication)..... II 506
— (objets moulés de)..... II 530
— blanche ..... II 529
— grise..... II 528
— noire..... II 528
Formanilide.....IV 202
Formiates.....IV 198
— de méthylène..... V 123
— — perchlorée..... V 123
Formobenzoïlates.....IV 178
Formonétine.....VI 387
Fougère mâle (*Aspidium filix mas*).VI 359
Franklinite.....II 448, 500
Fromages (fabrication des principales espèces).....VI 213
Froment (*Triticum*).....VI 446, 502
Fruits (action de la chaleur sur les).IV 360
— (maturation des).....IV 361
Fucus (*Halymeda opuntia*) .....VI 436
— (composit. des cendres de divers) VI 438
Fucusamide..... V 257
Fucusol.....V 257, VI 438
Fulmicoton .....IV 525
Fulminate d'argent.....III 323
— de mercure.....III 297
— de zinc .....III 49
Fumarates .....IV 279
Fumarimide.....IV 281
Fumier de ferme .....VI 589
Fungine .....VI 437
Furfuramide.....IV 281, V 256
Furfurine ..... V 256
Furfurol..... V 254
Fusion aqueuse..... II 21
— ignée..... II 21
Fustet (*Rhus cotinus*) .....VI 417

G

Gadolinite..... I 324
Galanga .....VI 368
Galbanum..... V 299
Gaïacyle..... V 297
Galène.....III 117
— (essai d'une).....III 119
Gallates.....IV 307
Gallonitrate d'argent.....III 463

Digitized by Google

Tom. Pag.
Galvanoplastie ..... III 478
— (ses applications) ..... III 485
Garançage ..... V 370
Garance (*Rubia tinctor.*). IV 528, 611, VI 401
Gastérase ..... VI 137
Gaulthérilate ..... V 241
Gaulthérilène ..... V 240
Gayac (*Gaiacum officinale*) ..... VI 414
Gay-Lussite ..... II 279
Gaz (analyse des) ..... III 567
— (généralités sur l'éclairage au) .. I 558
— des hauts fourneaux (leur emploi) II 417
— hilariant ..... I 301
— de houille (fabrication) ..... I 560
— intestinaux ..... VI 155
— des marais ..... I 551
— oléfiant ..... I 554
Gazomètre ..... I 173
Gélatine ..... VI 83
— (act. des corps oxydants sur la). VI 84
— (ses combinaisons avec l'acide chloreux) ..... VI 84
— (corps dérivés de la) ..... VI 85
— (sa fabrication) ..... VI 88
Gelées végétales ..... IV 349
— — (production des) ..... IV 360
Genièvre (alcool de) ..... V 82
Géine ..... VI 385
Genestrolle ..... VI 462
Genévrier (*Juniperus communis*) ... VI 520
Gentiane (*Gentiana lutea*) ..... VI 393
Gentianine ..... V 538
Géologie (notions élémentaires) .... I 99
Germination ..... VI 313
Gesse (*Lathyrus tuberosus*) ..... VI 463
Gibsite ..... II 298
Gingembre (*Amomum zingiber*) .... VI 369
Giobertite ..... II 289
Giroflier (*Caryophyllus aromaticus*). VI 496
Glaces (argenture des) ..... III 349
Glands de chêne ..... VI 524
Glaubérite ..... II 269
Glaucène ..... I 638
Glaucine ..... IV 401
Glaucopicrine ..... IV 401
Globuline ..... VI 71
Glu-marine ..... V 317
Glucine ..... II 316
— (sa séparation d'avec les alcalis et les terres alcalines) ..... III 522
Glucinium ou glucium ..... II 316
— (son dosage) ..... III 522
— (son équivalent) ..... I 50
Glucosates ..... IV 567
Glucose ..... IV 566
— (sa fabrication) ..... IV 569
Gluten ..... IV 557, VI 77
— d'indigo ..... VI 488
Glutine ..... VI 77
Glycérine ..... V 399

Tom. Pag.
Glycérine (ses comb. avec les acid.). V 402
— (— avec l'acide margarique) ... V 364
— (— — — oléique) ..... V 370
— (— — — stéarique) ..... V 358
Glycocolle ..... VI 85
— (action de l'acide azoteux sur le). IV 230
— (ses composés avec les bases) ... VI 85
— (formules des principaux sels de). VI 85
Glycollide ..... IV 230
Glycyrrhizine ..... IV 636, VI 385
Gommes ..... IV 625
— adragante ..... V 587
— ammoniaque ..... V 298
— gutte ..... V 300
— d'olivier ..... V 301
— sénégal ..... V 587
Gouet pied-de-veau (*Arum maculatum*) ..... VI 360
Grain (alcool de) ..... V 81
Graines (étude des principales) ..... VI 501
— de Perse ..... V 538
Graisse humaine ..... V 438
Granit ..... II 400
Graphite ..... I 517
Gravure héliographique ..... III 474
Grenadier (*Punica granatum*) ..... VI 384
Grenadine ..... VI 384
Grenat ..... II 311, 501
— manganésifère ..... II 434
— Syrien artificiel ..... II 379
Grénétine ..... VI 92
Grès ..... I 608
— (poteries) ..... II 394
— rouge ..... II 498
Grillage des étoffes ..... V 585
Guadine ..... V 435
Guanine ..... IV 484
Guano ..... VI 594
Guimauve (*Althæa officinalis*) ..... III 383
Gutta percha ..... V 321
Gypse ..... II 269

H

Hallosyte ..... II 309
Hanérite ..... II 430
Harmala ..... IV 415
Harmaline ..... IV 415
Harmine ..... IV 415
Haschisch ..... VI 452
Hatchétine ..... V 341
Hausmanite ..... II 415, 433
Hauts fourneaux ..... II 506
Hélicine ..... V 229
Hélicoïdine ..... V 230
Hellébore noir (*Helleborus hiemalis*). VI 381
Helléborine ..... VI 381
Hellénène ..... V 265
Hellénine ..... V 265
Helvella mitra ..... VI 439

Digitized by Google

Tom. Pag.
Hémacyanine ..... VI 101
Hémaphéine ..... VI 101
Hématéine ..... V 527
Hématine ..... IV 526
Hématite ..... II 447
— brune ..... II 499
— rouge ..... II 498
Hématocristalline ..... VI 58
Hématoïdine ..... VI 59
Hématosine ..... VI 100
Hématoxyline ..... V 526
Hepta-iodates (généralités) ..... II 70
Hévéène ..... V 316
Hipparafine ..... VI 30
Hippurates ..... VI 31
Hisingérite ..... II 494
Hongroyage ..... IV 325
Houblon (*Hum. lupulus*). V 98, VI 452, 522
Houilles ..... IV 511
Huile d'amande ..... V 434
— d'arachide ..... V 434
— de baleine ..... V 434
— de bassia ..... V 434
— de belladone ..... V 434
— de ben ..... V 419
— de cachalot ..... V 434
— de cameline ..... V 435
— de camphre ..... V 262
— de chènevis ..... V 435
— de coco ..... V 427
— de colza ..... V 435
— de croton ..... V 435
— de dauphin ..... V 435
— essentielles ..... V 153
— de faine ..... V 435
— de fleur de reine des prés ..... V 230
— de foie de morue ..... V 435
— — de raie ..... V 435
— de fusain ..... V 436
— de houille (alcalis de l') ..... IV 458
— de laurier ..... V 436
— de lin ..... V 417
— de madi ..... V 436
— de moutarde ..... V 436
— de muscade ..... V 429
— de naphte ..... V 340
— de navette ..... V 436
— de noisette ..... V 436
— de noix ..... V 436
— d'œillette ..... V 437
— d'olive ..... V 417
— — (action de l'acide sulfurique sur l') ..... V 408
— de palme ..... V 423
— de pétrole ..... V 340
— de pin ..... V 437
— de piney ..... V 437
— de pomme de terre ..... V 130
— de prune ..... V 437
— de putois (fétide) ..... VI 227
Huile de raisin ..... V 437
— de résine ..... V 291
— de ricin ..... V 419
— de sésame ..... V 437
— siccatives et non siccatives ..... V 415
— de soleil ..... V 437
— de son ..... V 254
— de tabac ..... V 437
— de vin, légère ..... V 48
— — pesante ..... V 48
— de vitriol ..... I 393
Humate d'humine ..... IV 518
Humboldite ..... IV 125
Humeur aqueuse ..... VI 220
— vitrée ..... VI 220
Hyacinthe ..... II 319
Hyalite ..... I 604, II 379
Hydantoate de plomb ..... VI 18
Hydatide ..... VI 238
Hydracides (généralités sur les) .... I 330
— (nomenclature des) ..... I 8
— (leur action sur les bases) ..... I 330
Hydramides ..... IV 117
Hydrargilite ..... II 299
Hydrates ..... I 181, II 50
Hydrate d'alumine ..... II 298
— de camphylène ..... V 160
— de chlore ..... I 313
— d'essence de térébenthine ..... V 161
— d'oxyde de zinc ..... III 37
— de phényle ..... V 246
— de potasse ..... II 92
— de protoxyde d'étain ..... III 69
— de quinine ..... IV 402
— de sesquioxyde de chrôme ..... II 552
Hydrindine ..... V 511
— potassée ..... V 511
Hydriodate de potasse ..... II 100
Hydrobases ..... IV 142
Hydrobenzamide ..... V 172
Hydrobenzile ..... V 181
Hydroboracite ..... II 293
Hydrocyanaldine ..... V 27
Hydrocyanharmaline ..... IV 415
Hydroferricyanate d'ammoniaque .. II 473
Hydroferrocyanate d'ammoniaque .. II 469
Hydrofluoborate ..... II 59
Hydrofluosilicates (généralités) ..... II 59
Hydrogène ..... I 175
— (son action sur l'oxygène) ..... I 176
— (son assimilation par les plantes). VI 322
— (briquets à) ..... I 177
— (ses combinais. avec l'oxygène). I 181
— (son dosage) ..... III 557
— (son emploi pour l'éclairage) ... I 557
— (son équivalent) ..... I 37
— antimonié ..... III 158
— arsénié ou arseniqué ..... I 507
— bicarboné ..... I 554
— — (act. de l'acide sulfur. sur l') V 48

Digitized by Google

Tom. Pag.
Hydrogène bicarboné (act. du brôme sur l')..... V 41
— — (— du chlore sur l')..... V 39
— — (— de l'iode sur l')..... V 41
— monochloré ..... V 39
— phosphoré..... I 472
— protocarboné..... I 551
— — (action du chlore sur l')... V 107
— sulfuré (son action sur l'essence d'amande amère)..... V 174
Hydroléates ..... V 413
Hydrophane..... I 604
— artificielle..... I 602
Hydroquinon incolore ..... IV 343
— vert ..... IV 343
Hydrures ..... V 168
— d'amyle..... V 134
— d'anisyle..... V 209
— de benzoïle..... V 168
— de cinnamyle ..... V 200
— de cuivre ..... III 181
— de cuminyle..... V 215
— d'éthyle ..... V 315
— de gaïacyle..... V 297
— de mercure ammoniacal..... II 207
— de méthylène monobromé..... V 108
— — monochloré ..... V 108
— de nitrobenzoïle..... V 178
— d'œnanthyle..... V 421
— de platine ..... III 414
— de salicyle ..... V 230
— de sulfazobenzoïle ..... V 176
— de sulfobenzoïle..... V 174
— — nitré..... V 179
Hyodyslisine..... VI 52
Hyoscyamine ..... IV 456
Hypo-azotate de plomb ..... III 121
Hypochlorites (généralités)..... II 69
— de chaux..... II 262
— de potasse ..... II 125
Hypophosphites (généralités)..... II 80
Hyposulfate d'argent..... III 325
— d'étain..... III 86
— de manganèse ..... II 432
Hyposulfites (généralités)..... II 73
— d'argent ..... III 325
— de chaux ..... II 274
— de fer (protoxyde) ..... II 491
— d'or et de soude..... III 377
— de potasse ..... II 131
— de soude ..... II 180
— de zinc..... III 46
Hypoxanthine ..... VI 38

I

Ichthyocolle..... VI 92
Ichtidine ..... VI 80
Ichtine..... VI 79
Ichtuline ..... VI 80
Tom. Pag.
Icicane ..... V 297
Igasurine..... IV 414
Igname (*Dioscorea japonica*) ..... VI 364
Ilicine ..... IV 643
Ilménium..... III 262
— (son équivalent)..... I 62
Imabenzyle..... V 181
Images photochromatiques..... III 461
Imasatine..... V 507
Imésatine..... V 507
— chlorée..... V 507
Imides..... IV 119
Impératoire (*Imperat. ostruthium*). VI 388
Impression (genre application)..... V 592
— genre garancine..... V 591
— (— teinture)..... V 591
— sur tissus..... V 584
Indélibrôme..... V 508
Indigo ..... V 618
— (action de l'acide sulf. sur l')... V 500
— (— de la potasse sur l')..... V 513
— (— des corps désoxydants sur l') V 499
— (— oxydants)..... V 503
— (brun d')..... VI 480
— (composition de l')..... VI 480
— (liste des principales variétés)..VI 479
— (rouge d')..... VI 480
— blanc..... V 499
— bleu ..... V 497
Indigotates..... V 512
— de méthylène..... V 512
Indigotier (*Indigofera*)..... VI 477
Indigotine ..... V 497
Indine ..... V 510
— potassée..... V 510
Inosite..... VI 45
Inquartation ..... III 384
Inspiration des plantes..... VI 320
Inuline..... IV 548
Iodal ..... V 413
Iodaniline ..... IV 464
Iodates (généralités)..... II 70
— d'argent..... III 323
— de potasse..... II 126
— de protoxyde d'étain ..... III 87
— de soude ..... II 182
Iode..... I 551
— (ses combin. avec l'oxygène)... I 354
— (— avec le brôme) ..... I 367
— (son dosage)..... III 558
— (son emploi dans les recherches de chimie organique) ..... IV 19
— (son équivalent)..... I 41
— (sa séparation d'avec le chlore..III 558
Iodhydrate d'ammoniaque..... II 213
— d'amylène ..... V 138
— de caprylène..... V 152
— de capryliaque ..... V 152
— d'éthylcodéine..... IV 394
— d'éthylconine..... IV 418

Digitized by Google

Tom. Pag.
Iodhydrate d'éthylmorphine .....IV 389
— d'éthylquinine.....IV 403
— d'hydrogène phosphoré..... I 363
— de méthylcinchonine.....IV 408
— de méthylène..... V 118
— de méthylquinine .....IV 403
Iodocinchonine.....IV 408
Iodocodéine.....IV 393
Iodoforme ..... V 130
Iodomorphine.....IV 388
Iodonicotine.....IV 424
Iodoquinine.....IV 403
Iodures (généralités)..... II 56
— d'amidon ..... I 352,IV 545
— d'antimoine.....III 162
— d'argent.....III 316
— d'arsenic..... I 510
— d'arséniobiéthyle..... V 37
— d'arséniotriéthyle..... V 37
— d'azote..... I 364
— de baryum..... II 243
— de bismuth .....III 142
— de bismuthéthyle..... V 38
— de cacodyle .....IV 188
— de cacoplatyle .....IV 187
— de cadmium.....III 62
— de calcium..... II 259
— de carbone..... I 574
— de cétyle ..... V 461
— de chrôme ..... II 567
— de cobalt .....III 19
— de cuivre.....III 187
— de cyanogène..... I 634
— de fer..... II 457
— de magnésium..... II 286
— de mercure .....III 280
— — intermédiaire.....III 283
— de mercuréthyle..... V 38
— de mercurméthyle..... V 113
— de nickel .....III 6
— d'or .....III 374
— de platine.....III 418
— — ammoniacal .....III 401
— — bi-ammoniacal.....III 403
— de plomb.....III 115
— — bleu.....III 116
— de potassium ..... II 99
— de sodium..... II 170
— de soufre..... I 428
— stanméthyle..... V 112
— de stibéthyle ..... V 37
— stibméthylium ..... V 112
— de strontium ..... II 250
— de tétraméthylammonium.....IV 481
— de triéthyltoluénylammonium.. V 308
— de zinc.....III 41
Ipécacuanha.....VI 399
Iridium .....III 434
— (son dosage).....III 555
— (son équivalent)..... I 64

Tom. Pag.
Iridium (sa séparat. d'avec divers métaux).....III 555
Iris de l'œil.....VI 295
Irrigations .....VI 568
Isamate d'ammoniaque ..... V 508
Isamide..... V 508
Isatane..... V 510
Isatates..... V 506
Isathyde..... V 509
Isatiline ..... V 509
Isatimide ..... V 509
Isatine ..... V 503
— (dérivés de l')..... V 504
Isatites..... V 503
Isatosulfite de potasse ..... V 504
Isérine.....III 96
Isotartrates.....IV 225
Isotérébenthène ..... V 159
Itaconates .....IV 258
Ivraie.....VI 446

J

Jade.....III 311
Jaspe ..... I 608
Jaune..... V 578
— d'antimoine..... V 607
— au bois jaune..... V 578
— de Cassel ..... V 606
— de chrôme ..... V 608
— de Cologne.....III 130, V 608
— au fustet ..... V 578
— Indien.....V 539, 608
— de Kassler.....III 114
— de Mars ..... V 605
— minéral..... III 114, V 606
— de Naples ..... III 154, V 607
— de Paris..... III 114, V 606
— au quercitron..... V 578
— de rhubarbe..... V 534
— de Turner..... III 114, V 606
— de Vérone..... III 114, V 606
Jervine.....IV 456, V 606
Jonc de Bothnie.....VI 451
Jus de raisin (analyse).....IV 615
Jusquiame noire (*Hyoscyamus niger*).....VI 492

K

Kaempféride.....IV 643, VI 368
Kaolin ..... II 311
Karsténite..... II 269
Kérasine..... V 607
Kermès.....III 165
Kirsch-wasser..... V 82
Klingstein..... II 311
Kupfernickel.....III 1, 12
Kyanol.....IV 458
Kyste.....VI 238

Digitized by Google

Tom. Pag.

L

Labradorite..... II 310
Lac-dye..... V 295
Lac-laque..... V 295
Lactamide..... VI 291
Lactates..... VI 292
Lactide..... IV 291
Lactine..... IV 564
Lactone..... IV 291
Lactose..... IV 564
Lactucine..... IV 644
Lactucone..... IV 644
Laine..... VI 246
Lait..... VI 195
Lait (cendres du)..... VI 202
— (coagulation du)..... VI 198
— (composition)..... VI 198
— (essai du)..... VI 206
— (méthode d'analyse du)..... VI 203
— de crème..... VI 211
— virginal..... V 309
Laitiers (analyses de divers)..... II 511
Laiton..... III 203
— (son analyse)..... III 212
— (sa fabrication)..... III 204
Lampe de sûreté..... I 271
Lana philosophica..... III 36
Lanthane..... II 327
— (son dosage)..... III 524
— (son équivalent)..... I 51
Lapis lazuli..... II 199
Laques..... II 298, V 295
Laque carminée..... V 610
— de garance..... V 611
— minérale..... V 606
Larmes..... VI 221
— bataviques..... II 361
Laurier cannellier (*Laurus cinnamum*)..... VI 426
Laurine..... IV 644
Laurostéarates..... V 429
Laurostéarine..... V 428
Laurus sassafras..... VI 427
Lave..... II 400
Lazulite..... II 199
Lécanorates..... V 516
Légumine..... VI 78
Légumineuses..... VI 530
Lentilles (*Ervum lens*)..... VI 463
Leucine..... VI 74
Leukol..... IV 470
Levûre de bière..... IV 649
Lichens..... VI 440
Lichénine..... IV 549
Liége..... VI 424
Ligaments..... VI 259
Ligneux..... IV 487
— (action de la potasse sur le)... IV 517

Tom. Pag.

Lignin..... IV 490
Ligniréose..... IV 490
Lignite..... IV 511
Lignone..... IV 490, V 106
Lignose..... IV 490
Limonine..... IV 644
Lin (*Linum usitatissimum*)... VI 453, 527
Lipates..... V 393
Liquation..... II 7
Liqueur des cailloux..... II 495
— de ferraille..... IV 160
— fumante de Boyle..... II 217
— — de Cadet..... IV 181
— — de Libavius..... III 79
— des Hollandais..... V 39
— — bichlorée..... V 40
— hydropiques (analyses des)..... VI 225
Liquidambar..... V 308
Liquide céphalo-rachidien..... VI 219
— des membranes séreuses..... VI 224
— de l'œil..... VI 220
Liriodendrine..... IV 644
Liroconite..... III 201
Litharge..... III 105, V 609
Lithine..... II 235
Lithium..... II 235
— (son dosage)..... III 515
— (son équivalent)..... I 47
— (sa séparation du potassium et du sodium)..... III 515
Lithophotographie..... III 476
Lizier..... VI 592
Loams..... VI 539
Lobéline..... IV 456
Lois de Berthollet..... II 42
— de Berzélius..... I 21
— sur la composition des sels..... II 20
— de Dalton..... I 22
— de Dulong et Petit..... I 23
— de Gay-Lussac..... I 22
— de l'isomorphisme..... I 28
— de Richter..... I 19
— de Wenzel..... I 16
Lophine..... IV 474, V 173
Lune cornée..... III 313
Lupuline..... V 98
Lutéoline..... V 538
Lycopode (*Lycopod. complanatum*). VI 469
Lydienne..... III 382
Lymphe..... VI 166
— de l'âne (analyse de la)..... VI 166
— de l'homme (analyse de la)..... VI 166

M

Macle..... II 309
Maerl..... VI 580
Magnésie..... II 282
— (son dosage)..... IV 79
— blanche..... II 290

Digitized by Google

Tom. Pag.
Magnésie noire..... II 413
Magnésite..... II 294
Magnésium..... II 282
— (son équivalent)..... I 48
— (son dosage)..... III 519
— (sa sépar. d'avec divers métaux). III 519
Maillechort..... III 210
Maïs (*Zea maïs*)..... VI 449, 507
Malachite..... III 199
Malakon..... II 319
Malamide..... IV 282
Malates..... IV 265
Maléates..... IV 275
Manganates..... II 419
Manganèse..... II 413
— (ses alliages avec le fer)..... II 485
— (son dosage)..... III 525, IV 80
— (son équivalent)..... I 52
— (sa sépar. d'avec divers métaux). III 525
— barytique..... II 433
Manganite..... II 416, 433
Mannite..... IV 652, VI 438
— (action de l'acide azot. sur la)..IV 655
— (— — sulfurique)..... IV 656
— nitrique..... IV 654
Maranta arundinacea..... VI 366
Marbres..... II 278
Margaramide..... V 363
Margarates..... V 360, 409
— de méthylène..... V 363
Margarine..... V 349, 439
Margarone..... V 372
Marguerite (*Chrysanthemum leucanthemum*)..... VI 466
Marnage..... VI 578
Marnes..... II 314
— (analyse des diverses)..... VI 579
Maroquin..... IV 323
Marronnier d'Inde (*Æsculus hippocastanum*)..... VI 430
Massicot..... III 403, V 609
Mastics..... II 411, III 125, V 293
Matières albumineuses..... VI 61
— — (action des alcalis sur les)..VI 76
— — (— des corps oxydants —) .VI 76
— animales (putréfac. des)..... VI 299
— colorantes..... V 492
— — (liste des principales)..... V 495
— — du bois de campêche..... V 526
— — de la carotte..... V 545
— — du carthame..... V 536
— — de la cochenille..... V 535
— — des fleurs..... V 547
— — de la garance..... V 528
— — des lichens..... V 514
— — du morinda citrifolia..... V 543
— — de l'orcanette..... V 542
— — du quercitron..... V 537
— — du sang..... VI 100
— — du santal..... V 542
Matières colorantes des tests des crustacés..... VI 289
— — des végétaux..... V 545
— — verte des végétaux..... V 546
— fulminantes diverses..... IV 539
— gélatineuses..... VI 82
— grasses contenues dans le cerveau. V 487
— — extr. de l'organisat. animale. V 438
— incrustante..... IV 289, VI 212
— inorganiques (assimilation par les plantes)..... VI 343
— organiques (caractères qui servent à les disting. comme espèces). I 3
Maturation des fruits..... IV 361
Mécanique chimique..... I 123
Mèches des bougies..... V 475
Méconamide..... IV 332
Méconates..... IV 329
Méconium..... VI 155
Médailles (leur fabrication)..... III 344
Mégisserie..... IV 326
Mélaïne..... VI 236
Mélam..... I 638
Mélamine..... I 638 IV 472
Mélampyrine..... IV 645
Mélanges (définitions des)..... I 5
— détonant..... I 176
— frigorifiques..... II 35
Mélaniline..... IV 466
Mélasses (leur emploi)..... IV 597
— (leur analyse)..... IV 612
Mélathine..... IV 178
Mélissine..... V 482
Mellitate d'ammoniaque..... I 549
— d'alumine..... I 547
Mellite..... I 547
Mellon et ses dérivés..... I 639
Mellonures..... I 640
Membranes fibreuses..... VI 251
— muqueuses..... VI 251
— séreuses..... VI 251
Mendipite..... V 607
Ménispermine..... IV 456
Menthène..... V 264
Mercaptan..... V 58
— acétylique..... V 25
— cétylique..... V 463
— methylique..... V 110
— sélénié..... V 61
Mercapture de plomb..... V 58
Mercure..... III 263
— (ses alliages ou amalgames...).III 300
— (ses combin. avec l'oxygène)...III 265
— (son dosage)..... III 550, IV 81
— (son équivalent)..... I 63
— (sa métallurgie)..... III 303
— (sa recherche dans les cas d'empoisonnement)..... III 301
— (sa sépar. d'avec divers métaux). III 551
— doux..... III 271

Digitized by Google

Tom. Pag.
Meccure soluble de Hahnemann...III 291
Mercuréthyle.....V 38
Mère de vinaigre.....IV 152
Mésaconnates.....IV 261
Mésitilène.....IV 177
Méta-antimoniates.....III 152
Métacétamide.....IV 583
Métacétonates.....IV 583
Métacétone.....IV 582
Métacétonitrile.....IV 583
Métacinnaméine.....V 305
Métacinnamène.....V 206
Métal des cloches.....III 210
— du prince Robert.....III 203
Métaldéhyde.....V 23
Métalloïdes (définition).....I 6
— (leur action sur les métaux)....II 4
Métamargarate de potasse.....V 409
Métamylène.....V 132
Métanaphtaline.....V 291, V 339
Métapectine.....IV 352
Métaphosphate de soude.....II 194
Métastannates.....III 72
Métastyrol.....V 206
Métatartrates.....IV 225
Métatérébenthène.....V 159
Métaux (généralités sur les).....II 1
— (classification des).....II 5
— (définition).....I 6
— (dosage en chimie organique)..IV 79
— alcalins.....II 6
— — (leur séparation d'avec le calcium).....III 518
— alcalino-terreux.....II 6
— cristallisés.....II 23
— précieux (affinage des).....III 388
— terreux.....II 7
Métaxite.....II 294
Méthylal.....V 107
Méthylamyliaque.....IV 479
Méthylaniline.....IV 468
Méthylate de potasse.....V 105
Méthylcinchonine.....IV 408
Méthylconine.....IV 418
Méthylcyaniline.....IV 468
Méthyle et ses dérivés.....V 111
Méthylène.....V 104
Méthyléthylamyliaque.....IV 479
Méthyléthylaniline.....IV 460, 467
Méthyliaque.....IV 479, V 125
Méthylpipéridine.....IV 454
Méthylpipérylurée.....IV 454
Méthylquinine.....IV 403
Méthylthiosinnamine.....V 278
Méthylurée.....VI 10
Méthyluriaque.....VI 44
Métœnanthol.....V 421
Mica.....II 294
Millefiori.....II 377
Millepertuis (*Hypericum perforatum*)VI 196

Tom. Pag.
Millet (*Milium*).....VI 449
Minakanite.....III 96
Mine orange.....III 124
— de platine (traitement du résidu de la).....III 452
— de plomb.....I 517
Minerais (prépar. mécanique des)..II 503
— d'antimoine (traitement des)...III 172
— d'étain.....III 87
— de fer.....II 500
— — (essai des).....II 540
— de manganèse.....II 430
— de plomb.....III 133
— de titane.....III 101
— de zinc.....III 49
— — (essai des).....III 58
Minéraux argentifères.....III 348
— de bismuth.....III 146
— de chrôme.....II 573
— de cobalt.....III 30
— de cuivre.....III 219
— de fer.....II 495
— de nickel.....III 11
Minette.....II 236
Minium.....III 109, V 609
Mispikel.....I 494, II 484
Moelle des os.....VI 262
— des tiges.....VI 412
Moiré.....III 91
Molécules (définition).....I 4
Molybdates.....III 249
— de bioxyde de molybdène.....III 248
— de méthylène.....V 124
Molybdène.....III 246
— (composés du).....III 262
— (son dosage).....III 549
— (son équivalent).....I 60
— (sa séparation d'avec divers métaux).....III 549
Monésia.....VI 430
Monnaies de bronze (essai des)....III 217
— (fabrication des).....III 344
Monnerons.....III 207
Monobromhydrate de térébène....V 159
Monobromotérébène.....V 159
Monobutyrine.....V 457
Monochlorhydrate de térébène.....V 159
Monochlorotérébène.....V 159
Monohydrate de méthylène.....V 109
Monoléine.....V 370
Monomargarine.....V 350, V 364
Monopalmitine.....V 427
Monostéarine.....V 358
Monosulfures (généralités).....II 61
— de calcium.....II 261
— de potassium.....II 104
— de sodium.....II 171
Morates de chaux et de baryte....VI 416
Mordançage.....V 588
Mordants.....II 298, V 567

Digitized by Google

Tom. Pag.
Mordants (composition des principales couleurs obtenues avec les)..... V 588
— d'alumine..... V 569
— d'étain..... V 569
— de fer..... V 569
— de rouge des indienneurs.....IV 159
Morin.....VI 416
Morindine..... V 543
Morindon..... V 553
Morphétine.....IV 392
Morphine.....IV 368
Mortiers..... II 402
Mucamide.....IV 632
Mucates.....IV 627
— de méthylène..... V 124
Mucine.....VI 77, 222
Mucus.....VI 222
Murexane.....VI 25
Murexide.....VI 24
Muriate suroxygéné de potasse.... II 120
Musc.....VI 239
Muscadier (*Myristica aromatica*)..VI 521
Muscles.....VI 252
Musculine.....VI 256
Myricine..... V 482
Myristates..... V 430
Myristine..... V 429
Myristone..... V 430
Myronate de potasse..... V 279
Myrosine..... V 283
Myroxocarpine..... V 310
Myrrhe..... V 301
Myrrhine..... V 301
Myrrhol..... V 301

N

Nacre.....VI 290
Naphtalidame..... V 336
Naphtaline..... V 323
— (action de l'acide azotique sur la) V 334
— (— — — sulfurique sur la).. V 338
— (— — chlore et du brôme sur la) V 324
— bi-azotique..... V 334
— chlorées et bromées..... V 326
— proto-azotique..... V 334
— triazotique..... V 335
Naphtaméine..... V 336
Naphtase..... V 334
Naphte..... V 340
Naphtène..... V 341
Naphtone..... V 341
Naphthylthiosinnamine..... V 280
Narcéine.....IV 399
Narcétine.....IV 398
Narcogénine.....IV 398
Narcotine.....IV 395
Natron..... II 190
Navet.....VI 379
Nerfs.....VI 260

Tom. Pag.
Nickel.....III 1
— (alliages de).....III 14
— (sa sépar. d'avec divers métaux).III 531
— (son dosage).....III 531, IV 80
— (son équivalent)..... I 54
— (son extraction).....III 12
— gris.....III 10
Nickelblüthel.....III 11
Nicotine.....IV 423
Nihilum album.....III 36
Niobium.....III 261
— (son équivalent)..... I 63
Nitracol..... V 421
Nitraniline.....IV 465, V 193
Nitraniside..... V 208
Nitrate de potasse..... II 110
Nitre..... II 110
— (son extraction)..... II 112
— cubique ou quadrangulaire.... II 172
Nitrification (théorie de la)..... II 119
Nitriles.....IV 113
Nitrilophyle..... V 173
Nitrindine..... V 511
Nitrobenzamide..... V 197
Nitrobenzine..... V 193
Nitrobenzoates (leurs formules).... V 197
Nitrocinnamide..... V 207
Nitrocodéine.....IV 393
Nitrocoumarine..... V 266
Nitrocumine.....IV 473, V 222
Nitrocyanharmaline.....IV 416
Nitroharmine.....IV 415
Nitro-hélénine..... V 265
Nitrohippurates.....VI 35
Nitrométacétates..... V 457
Nitropeucédanine.....IV 645
Nitrophénésates..... V 250
Nitroprussiates..... II 478
Nitrosinapylharz..... V 277
Nitrosulfates..... II 149
Nitrothéine.....IV 448
Nitrotoluidine..... V 308
Nitrum flammans..... II 218
Noir animal.....I 530, VI 595
— animalisé.....VI 594
— de Cannes..... V 582
— d'Espagne..... I 529
— de fumée.....I 519, V 612
— de Genève..... V 582
— de lampe..... I 520
— de pêche..... I 529
— de platine.....III 397
— de Sedan..... V 582
— sur soie..... V 582
— de vigne..... I 529
Noix d'alep.....VI 470
— de coco.....VI 521
— de galles.....VI 470
— muscade.....VI 521
Nomenclature..... I 6

Digitized by Google

Tom. Pag.
Nomenclature des corps simples ... I 6
— — — composés ... I 7
— allemande ... I 13
— guytonienne ... I 12
Notation chimique ... I 13
Notions préliminaires ... I 1

O

Obsidienne ... II 311
Ocres ... II 314
— jaune ... V 604
— rouge ... V 604
OEil ... VI 293
— (pigment noir de l') ... VI 294
OEnanthate de méthylène ... V 432
OEnanthol ... V 420
OEnanthylamide ... V 422
OEnanthylates ... V 422
Oétite ... II 500
OEufs ... VI 127
Oignon (*Allium cepa*) ... VI 364
Oléates ... V 367
— de méthylène ... V 370
Oléène ... V 411
Oléine ... V 350
Oliban ... V 302
Olivénite ... III 201
Olivile ... V 301
Olivine ... V 225
Onocérine ... VI 387
Ononine ... VI 386
Onospine ... VI 386
Onyx ... I 606
Opale ... I 603
Opianyle ... IV 396
Opium ... IV 390, VI 309
— (bases extraites de l') ... IV 388
Opopanax ... V 302
Or ... III 361, V 603
— (ses amalgames) ... III 380
— (caractères distinctifs de ses dissolutions) ... III 371
— (ses combinaisons avec l'oxygène) ... III 363
— (son dosage) ... III 553, IV 81
— (son équivalent) ... I 63
— (son extraction) ... III 392
— (sa séparation d'avec divers métaux) ... III 553
— d'Allemagne ... V 604
— en chaux ... V 604
— en écailles ... III 380
— des filons ... III 394
— fulminant ... III 369
— jaune ... III 380
— de Manheim ... III 203
— massif ... III 84
— pâle ... III 380
— potable ... III 373

Tom. Pag.
Or des terrains d'alluvion ... III 393
— vert ... III 380
Orcanette (*Anchusa tinctoria*) ... VI 390
Orcéine ... V 522
Orcine ... V 521
Orelline ... V 545
Oréoséline ... V 267
Oréosélone ... V 267
Organes des animaux ... VI 293
— — plantes ... VI 358
Orge (*Hordeum vulgare*) ... VI 447, 508
Orpiment ... I 152, 512, V 605
Orseille ... V 514
Orsellate de méthylène ... V 520
Orthoclase ... II 310
Orthose ... II 310
Os ... VI 261
— (maladies des) ... VI 273
— (méthode d'analyse des) ... VI 281
— de sèche ... VI 291
Osmiamide ... III 429
Osmiates ... III 431
Osmites ... III 429
Osmium ... III 427
— (son dosage) ... III 554
— (son équivalent) ... I 64
Osmiure d'iridium (son traitement) ... III 439
Osséine ... VI 82
— (son dosage) ... VI 281
Ouralite ... II 294
Outremer ... II 199, V 617
— de cobalt ... V 618
Oxacides (nomenclature des) ... I 7
Oxalamylate d'argent ... V 137
Oxalates ... IV 127
— (action de la chaleur sur les) ... IV 127
— de méthylène ... V 122
— de méthyluriaque ... VI 44
— d'oxychlorure de platine bi-ammoniacal ... III 427
— d'urée ... VI 6
Oxaluranilide ... VI 22
Oxalyle ... IV 123
Oxamates ... IV 144
Oxaméthane ... V 70
Oxaméthylane ... V 122
Oxamide ... IV 140
Oxyacanthine ... IV 457, VI 382
Oxy-amido-azoture de tungstène ... III 244
Oxy-bromure de mercure ... III 279
Oxychlorure de calcium ... II 239
— de cuivre ... III 195
— de mercure ... III 276
— de phosphore ... I 484
— — (son emploi dans les recherches de chimie organique) ... IV 30
— — (act. sur l'acétate de potasse) IV 163
— de platine bi-ammoniacal ... III 406
— de plomb ... III 114
— de zinc ... III 40

Digitized by Google

Tom. Pag.
Oxydes (1) (généralités sur les).... II 9
— (nomenclature)..... I 8
— (action de la chaleur sur les)... II 11
— (— du carbone sur les)..... II 12
— (— du chlore sur les)..... II 13
— (— de l'hydrogène sur les).... II 12
— (— des métaux sur les)..... II 14
— (— de l'oxygène sur les)..... II 12
— (— du phosphore sur les)..... II 14
— (— de la pile sur les)..... II 12
— (— de soufre sur les)..... II 13
— d'allyle..... V 282
— d'aluminium..... II 296
— ammonio-mercurique.....III 267
— d'amylotriéthylammonium hydraté.....IV 478
— d'arsenic..... I 495
— d'arséniotriéthyle..... V 37
— benzoïque..... V 187
— de biéthylpipérylammonium...IV 454
— de cacodyle.....IV 181
— — (ses combinaisons avec les oxacides).....IV 193
— de cadmium.....III 61
— de carbone..... I 531
— caséique.....VI 74
— de cérium (sa séparation d'avec les oxyd. de lanthane et de didyme) II 332
— de cétyle..... V 460
— de chlore..... I 324
— de cobalt (minerai).....III 30
— — intermédiaires.....III 17
— de cuivre intermédiaire.....III 180
— cystique.....VI 28
— de didyme..... II 331
— de diéthylconylammonium hydraté.....IV 418
— de diméthylptperylammonium..IV 454
— d'essence de térébenthine..... V 160
— d'étain anhydre.....III 70
— d'éthylméthylconylammonium hydraté..... IV 418
— de fer des battitures..... II 450
— — magnétique..... II 500
— de glucinium..... II 316
— indifférents.....I 8, II 9
— d'iode..... I 354
— d'iridium (intermédiaire).....III 436
— de lanthane..... II 330
— de lithium..... II 235
— de magnésium..... II 282
— de manganèse (essai des)..... II 434
— — sans clivage..... II 433
— — rouge..... II 415
— de mercure (son emploi dans les recherch. de chimie organiq.)IV 38
— de mercurméthyle..... V 113
Oxydes métalliques acides (composition)..... II 10
— — basiques (composition)..... II 9
— de méthyle..... V 109
— de méthyléthylamylphénylammonium hydradé.....IV 469
— de méthylobiéthylamylammonium hydraté.....IV 478
— de méthylotriéthylammonium hydraté.....IV 478
— d'or (intermédiaire).....III 368
— de phosphore..... I 466
— de plomb (son emploi dans les recherches de chimie organique).IV 38
— — puce.....III 107
— de plombéthyle..... V 37
— de plombéthyle hydraté..... V 37
— de ruthénium.....III 450
— salins..... II 9
— — (composition)..... II 11
— de sélénium..... I 431
— de stanméthyle..... V 112
— de stibéthyle..... V 37
— de stibéthylium hydraté..... V 37
— de stibméthylium..... V 112
— de tétraméthylammonium hydraté.....IV 481
— de tétramylammonium hydraté.IV 482
— de tétréthylammonium hydraté.IV 177
— de thorium..... II 322
— de triéthylophénylammonium hydraté.....IV 467
— de triéthyltoluénylammonium hydraté..... V 308
— de tungstène.....III 238
— — bleu.....III 240
— — (sa combin. avec la soude).III 239
— d'uranium noir.....III 230
— — vert.....III 231
— de vanadium intermédiaire....III 255
— xanthique.....VI 27
— d'yttrium..... II 324
— de zirconium..... II 319
Oxydule de cuivre.....III 177
Oxygène..... I 168
— (son action sur les métaux).... II 4
— (— — sur les matières organiques).....IV 6
— (son dosage).....III 557
— (assimilation par les plantes)...VI 320
Oxymuriate d'étain.....III 81
Oxysaccharates.....IV 579
Oxysulfure d'antimoine.....III 167
— de manganèse..... II 429
— de zinc.....III 43
Ozokérite..... V 341
Ozone..... I 170

(1) Pour les oxydes qui ne se trouvent pas ici, voir aux mots Bi-oxyde, Deutoxyde, Peroxyde, Protoxyde, Sesqui-oxyde, Sous-oxyde, Tri-oxyde.

Digitized by Google

Tom. Pag.

P

Pain....IV 558
Pains (examen des)....VI 518
Pakfung....III 210
Palladammine....III 447
Palladium....III 444
— (son dosage)....III 556
— (son équivalent)....I 65
— (sa sépar. d'avec divers métaux).III 556
Palmine....V 423
Palmitates....V 425
— d'amylène....V 426
Palmitine....V 424
Panais (*Pastinaca sativa*)....VI 389
Papavérine....IV 400
Papier (fabrication)....IV 519
Paracyanogène....I 621
Paraffine....V 340
Paralbumine....VI 71
Paraldéhyde....V 25
Paramide....I 549
Paramylène....V 132
Paranaphtaline....V 339
Paranicène....V 188
Paranicine....V 188
Parapectine....IV 352
Pararhodéorétine....V 300
Parasalicyle....V 232
Parasulfatammon....II 229
Paratartramide....IV 241
Paratartrates....IV 234
Paratartro-arsénites....IV 239
Paratartroborate de potasse....IV 239
Paricine....IV 410
Paridine....IV 645
Pastel (*Isatis tinctoria*)....VI 373
Pâtes à poterie (préparation des)...II 381
— — (cuisson des)....II 385
— — (façonnage des)....II 383
Patience (*Rumex patientia*)....VI 373
Peau....VI 242
Pechblende....III 235
Pectase....IV 353
Pectine....IV 351
Pectose....IV 350
Peganum harmala (alcalis du)....IV 415
Pegmatite....II 311
Peinture sur verre....II 380
Pélargonates....V 397
Pélargone....V 397
Pélopium....III 261
— (son équivalent)....I 63
Pélosine....IV 457
Penicillum glaucum....VI 69
Pentasulfure d'arsenic....I 513
— de calcium....II 261
— de phosphore....I 492
Pentathionates (généralités)....II 75

Tom. Pag.

Pepsine....VI 137
Perbromure d'iode....I 367
— d'or....III 375
— de phosphore....I 486
Perchlorates (généralités)....II 67
— d'argent....III 323
— de potasse....II 124
Perchlorosalicine....V 226
Perchlorure d'antimoine....III 161
— de carbone....I 571
— d'iode....I 366
— d'iridium....III 439
— de manganèse....II 428
— d'or....III 372
— —(ses comb. avec les chlorures).III 374
— de phosphore....I 480
— — (combinaisons dirivées du)..I 483
— — (son emploi dans les recherches de chimie organique)....IV 27
— — ammoniacal....II 234
— de soufre....I 427
— — ammoniacal....II 233
— de tantale....III 260
— de titane....III 99
— de tungstène....III 243
— de vanadium....III 257
Percyanure d'or....III 376
Perfluorure de chrôme....II 567
— de manganèse....II 428
Périclase....II 283
Péridase....II 282
Péridot....II 294
Periodates (généralités)....II 70
— d'argent....III 323
— de potasse....II 126
— de soude....II 182
Perlite....II 311
Permanganate de potasse....II 422
Peroxyde d'argent....III 311
— de cuivre....III 180
— de fer....II 445
— — anhydre....II 498
— — hydraté....II 499
— de manganèse....II 417
— — (son emploi dans les recherches de chimie organique)....IV 38
— de mercure....III 266
— — (son emploi dans les recherches de chimie organique)....IV 38
— de nickel....III 4
— de plomb....III 107
— — (son emploi dans les recherches de chimie organique)....IV 38
— de potassium....II 90
— d'uranium....III 231
Persulfure d'antimoine....III 164
— d'arsenic....I 513
— de fer....II 483
— de phosphore....I 492
— de plomb....III 119

Digitized by Google

Tom. Pag.
Péruvine..... V 305
Pétalite..... II 235, 310
Pétinine..... IV 471, 483
Pétrolène..... V 341
Pétrosilex..... II 311
Petunzé..... II 310
Peucédanine..... IV 645
Phaïorétine..... V 300
Phène..... V 192
Phénamynol..... V 254
Phénéthidine nitrée..... V 254
Phénol..... V 246
Phénomène chimique (définition du). I 1
— chimique de la végétation..... VI 313
— physique (définition du)..... I 1
Phénométol..... V 213
Phényliaque..... IV 458
Phénylurée..... VI 11
— (formules des principaux sels de). VI 11
Phénylthiosinnamine..... V 280
Phillyrine..... IV 645
Phlorétine..... IV 638
Phloridzéate d'ammoniaque..... IV 637
Phloridzéine..... IV 637
Phloridzine..... IV 636
Phocénine..... V 459
Phonolite..... II 311
Phospham..... I 479, II 231
Phosphamide..... I 479, II 231
Phosphates (généralités)..... II 78
— ammoniaco-magnésien..... II 292
— — sodique..... II 227
— d'ammoniaque..... II 226
— — et de magnésie..... II 292
— d'antimoine..... III 169
— d'argent..... III 326
— de baryte..... II 246
— de bismuth..... III 145
— de cacodyle..... IV 193
— de cadmium..... III 64
— de chaux..... II 279
— — des os..... II 275
— de cobalt..... III 25
— de cuivre..... III 201
— d'étain..... III 87
— de fer..... II 493
— de magnésie..... II 291
— de manganèse..... II 433
— de mercure..... III 296
— de nickel..... III 10
— de plomb (neutre)..... III 127
— de potasse..... II 146
— de soude..... II 192
— de zinc..... III 48
Phosphites (généralités)..... II 79
— d'étain..... III 87
Phosphore..... I 443
— (ses combinaisons avec le brôme). I 486
— (— — le chlore)..... I 480
— (— — le fluor)..... I 488
Phosphore (ses combinaisons avec l'hydrogène)..... I 468
— (— — l'iode)..... I 486
— (— — l'oxygène)..... I 453
— (— — le soufre)..... I 488
— (— — le sélénium)..... I 492
— (son dosage)..... III 571, IV 78
— (son emploi dans les recherches de chimie organique)..... IV 19
— (son équivalent)..... I 44
— de Bologne..... II 243
— de Canton..... II 261
— de Homberg..... II 258
— rouge..... I 443
Phosphures (généralités)..... II 65
— d'arsenic..... I 513
— de baryum..... II 244
— de baryte..... II 244
— de calcium..... II 262
— — (son action sur le chlorhydrate de méthylène)..... V 117
— de carbone..... I 582
— de chrôme..... II 569
— de cobalt..... III 22
— de cuivre..... III 192
— de cyanogène..... I 634
— d'étain..... III 85
— de fer..... II 484
— d'hydrogène gazeux..... I 472
— — liquide..... I 469
— — solide..... I 471
— de manganèse..... II 430
— de mercure..... III 290
— de nickel..... III 8
— d'or..... III 377
— de plomb..... III 119
— de potassium..... II 109
— de tungstène..... III 244
Photographie sur papier..... III 462
— sur plaques..... III 455
— (pratique de l'opération)..... III 458
— sur verre..... III 470
Phtalamate d'ammoniaque..... V 337
Phtalanile..... V 337
Phtalimide..... V 337
Phtore..... I 368
Phycite..... IV 659
Physaline..... IV 645
Picoline..... IV 471
Picro-érythrine..... V 517
Picromel..... VI 143
Picrosmine..... II 294
Picrotoxine..... IV 456
Picryle..... V 176
Pied d'alouette (*Delphinium staphysagria*)..... VI 450
Pierre d'Arménie..... III 199
— à bâtir..... II 400
— à cautère..... II 96
— à chaux..... II 276

Digitized by Google

Tom. Pag.
Pierre à feu..... I 607
— gélive..... II 400
— infernale..... III 321
— météoriques..... II 497
— meulière..... II 400
— à miel..... I 547
— à plâtre..... II 269
— de touche..... III 382
Pimarone..... V 290
Pimélite..... III 110
Pimprenelle (*Poterium sanguisorba*). VI 457
Pin des forêts (*Pinus silvestris*)..... VI 421
— maritime (— *maritima*)..... VI 421
Pinipicrine..... IV 646
Pinkcolor..... III 75
Pinschbech..... III 203
Pipéridine..... IV 453
Pipérine..... IV 452
Piperylbenzamide..... IV 453
Pipérylurée..... IV 454
Piquette..... V 95
Pissenlit..... VI 467
Pitoxine..... IV 410
Pivoine (*Pæonia officinalis*)..... VI 381
Plantain (*Plantago*)..... VI 464
Plantes (accroissement des)..... VI 316
Plaqué..... III 329
Platinage..... III 502
Platinammine..... III 408
Platinates..... III 400
Platine..... III 396
— (ses alliages)..... III 423
— (ses combinaisons avec l'oxygène) III 399
— (son dosage)..... III 554, IV 80
— (son équivalent)..... I 64
— (son extraction)..... III 424
— (résidu de la mine de)..... III 439
— (sa séparation d'avec divers métaux)..... III 554
— (son traitement)..... III 452
— en éponge ou en mousse..... III 397
— fulminant..... III 414
Platinicum..... III 409
Platinocyanure de potassium..... III 419
Platinosum..... III 408
Platosammine..... III 408
Plâtrage..... VI 584
Plâtre..... II 269
— aluné..... II 272
Platt d'indigo..... V 618
Plomb..... III 103
— (alliages de)..... III 131
— (ses combinais. avec l'oxygène). III 104
— (son dosage)..... III 540, IV 80
— (son équivalent)..... I 57
— (sa métallurgie)..... III 133
— (sa séparation d'avec divers métaux)..... III 540
— de chasse..... III 132
— corné..... III 113

Tom. Pag.
Plomb d'œuvre..... III 136
— gomme..... III 129
— rouge..... III 129
Plombagin..... IV 645
Plombagine..... I 517
Plombates..... III 108
Plombites..... III 105
Plumes..... VI 248
— de calmar..... VI 291
Poils..... VI 246
Poiré..... V 96
Pois (*Pisum sativum*)..... V 459
Polière..... I 638
Pollen..... VI 498
Polygala sénéga..... VI 383
Polygonum tinctorium..... VI 471
Polymignite..... III 101
Polysulfures (généralités)..... II 62
— de potassium..... II 107
Pomme de terre (*Solanum tuberosum*) VI 394
— — (alcool de)..... V 81
— — (maladie des)..... VI 396
— — (patraque jaune)..... VI 394
Pompholix..... III 36
Ponce..... II 311
Populine..... V 228
Porcelaine dure ou chinoise..... II 395
— de Réaumur..... II 361
— tendre..... II 397
— tendre ou anglaise..... II 399
— tendre française..... II 397
— de Tournai, Saint-Amand..... II 398
Porphyrharmine..... IV 415
Porphyroxine..... IV 400
Potasse..... II 91
— (combin. avec l'oxygène)..... II 90
— (son dosage en chimie organ.)... IV 79
— (son emploi dans les recherches de chimie organique)..... IV 31
— à l'alcool..... II 96
— à la chaux..... II 95
— du commerce..... II 132, II 145
— perlasse..... II 132
— du tartre..... II 132
Potassium..... II 85
— (alliages)..... II 155
— (alliage avec l'antimoine)..... III 169
— (son dosage)..... III 512
— (son emploi dans les recherches de chimie organique)..... IV 30
— (son équivalent)..... I 89
Potée d'étain..... III 131
Poteries (généralités sur les)..... II 381
Poudre (son analyse)..... II 358
— (épreuves des)..... II 354
— (sa fabrication)..... II 343
— d'Algaroth..... III 160
— de chasse..... II 350
— coton..... IV 525
— détonante..... II 111

Digitized by Google

Tom. Pag.
Poudre de guerre..... II 335
— d'Howard.....III 297
— de mine..... II 349
— d'or.....III 380
— ronde..... II 353
— royale.....II 348, II 352
— superfine..... II 348
— à tirer..... II 335
Poudrette.....VI 593
Poulaitte.....VI 595
Poumon.....VI 297
Pourpre de Cassius .....III 369
— d'indigo..... V 501
Poussiers..... II 353
Pouzzolanes..... II 407
Précipité per se .....III 267
— blanc.....III 277, IV 223
Prêle (*equisetum fluviale*) .....VI 442
Présure.....VI 72
Principes astringents des végétaux.IV 298
— doux des huiles ..... V 399
— immédiats organiques .....IV 1
Propriétés physiques des corps .... I 2
— chimiques des corps..... I 2
— organoleptiques des corps..... I 2
Propylène..... V 146
Protéine.....VI 61
— (bioxyde de).....VI 62
— (trioxyde de).....VI 62, VI 67
Protide.....VI 76
Protobromure d'iode..... I 367
— de mercure.....III 279
— de phosphore ..... I 486
— de tellure..... I 440
— d'uranium .....III 234
Protochlorure d'antimoine.....III 160
— de cacodyle .....IV 185
— de carbone..... I 569
— de chrôme ..... II 561
— de cuivre .....III 183
— d'étain.....III 77
— de fer..... II 455
— d'iode..... I 366
— d'iridium .....III 437
— — (ammoniacal).....III 438
— — (bi-ammoniacal).....III 438
— de mercure.....III 271
— — (ses combinaisons).....III 273
— de molybdène.....III 251
— d'or .....III 372
— de palladium.....III 447
— — (ses combinais. avec les chlorures alcalins).....III 448
— de phosphore ..... I 480
— — ammoniacal ..... II 235
— de platine.....III 416
— — ammoniacal.....III 401
— — bi-ammoniacal.....III 402
— de ruthénium.....III 451
— de sélénium..... I 434

Tom. Pag.
Protochlorure de soufre..... I 424
— — ammoniacal ..... II 233
— de tellure..... I 440
— d'uranium .....III 233
Protocyanure de chrôme ..... II 567
— de cobalt .....III 20
— de cuivre .....III 187
— de fer..... II 458
— d'or .....III 375
— de platine.....III 419
Protofluorure de mercure .....III 282
Proto-iodure d'antimoine.....III 162
— d'étain .....III 82
— de mercure.....III 280
— de phosphore..... I 486
— de tellure..... I 441
— d'uranium .....III 234
Protosulfure d'antimoine.....III 163
— de cérium..... II 329
— de chrôme ..... II 568
— de cobalt .....III 21
— de cuivre .....III 188
— d'étain .....III 83
— de fer..... II 480
— de mercure.....III 287
— de phosphore ..... I 489
— de plomb .....III 117
Protoxyde d'antimoine.....III 149
— d'argent.....III 309
— d'azote ..... I 299
— de baryum..... II 237
— de bismuth.....III 139
— de calcium ..... II 253
— de cérium..... II 328
— de chrôme..... II 549
— de cobalt .....III 16
— de cuivre .....III 177
— de fer..... II 445
— d'hydrogène..... I 181
— d'iridium .....III 435
— de manganèse ..... II 414
— de mercure.....III 265
— de molybdène.....III 247
— de nickel .....III 2
— d'osmium.....III 426
— de palladium (ammoniacal)....III 447
— — (bi-ammoniacal).....III 448
— de platine.....III 399
— — (ammoniacal.....III 400
— — — (sels formés par le).... III 400
— — (bi-ammoniacal).....III 402
— de plomb .....III 105
— de potassium ..... II 91
— de rhodium .....III 441
— de ruthénium.....III 450
— de sodium ..... II 157
— de strontium ..... II 248
— de tantale.....III 259
— de titane .....III 93
— d'uranium .....III 230

Digitized by Google

Tom. Pag.
Protoxyde de vanadium.....III 254
— de zinc anhydre.....III 36
Prussiate ferruré de potasse ..... II 462
— de potasse..... II 462
— rouge ..... II 471
Pseudérythrine..... V 516
Pseudoquinine.....IV 411
Psilomélane ..... II 433
Ptyaline .....VI 131
Punicine.....VI 384
Purpurates.....VI 25
Pus.....VI 237
Putréfaction des matières animales. VI 299
Pyine .....VI 237
Pyrèthre (*Anthemis pyrethrum*).... VI 410
Pyrite blanche..... II 482
— cuivreuse ..... II 481, III 221
— jaune ..... II 501
— magnétique ..... II 483
— martiale..... II 481
Pyrobenzoline..... V 173
Pyrocatéchine.....IV 314
Pyrolignite de fer .....IV 160
Pyrolusite..... II 418
Pyroméconates.....IV 338
Pyromucamide.....IV 632
— bi-amidée.....IV 632
Pyromucates .....IV 630
Pyrophore de Gay-Lussac..... II 108
— de Homberg..... II 108
Pyrophoriques (corps) ..... I 270
Pyrophosphate de soude..... II 193
Pyrotartrates.....IV 228
Pyroxène ..... II 294
Pyroxyle.....IV 525
— (comparaison de sa force balistique avec celle des poudres).....IV 532
— (sa fabrication).....IV 526
Pyroxyline .....IV 525
Pyrrhol.....IV 471
Pyruvates.....IV 227

Q

Quadrichloracétamide.....IV 174
Quadroxalates .....IV 127
Quartz aérohydre..... I 605
— coloré..... I 606
— hyalin..... I 605
— incolore cristallisé..... I 604
— terreux..... I 607
Quassine.....IV 646, VI 429
Quercétine..... V 537
Quercite.....IV 658
Quercitrine..... V 537
Quercus infectoria.....VI 470
Quinates.....IV 340
Quinétine.....IV 404
Quinicine.....IV 407
Quinidine.....IV 406
Quinine .....IV 402
Quinoïdine.....IV 306
Quinoléine.....IV 470
Quinon et ses dérivés.....IV 342
Quinquaci-chloride sulfurique..... I 428
Quinquina (*Cinchona*)....IV 401, VI 433
Quinquinas (alcalis des).....IV 401

R

Racines (études des principales)....VI 258
— de curcuma..... V 539
Radicaux alcooliques.....IV 376
Rasage des étoffes..... V 585
Ratanhia (*Krameria triandra*).....VI 383
Réactifs employés dans les recherches de chimie organique.....IV 10, 13
Réalgar.....I 511, V 609
Réglisse (*Glycyrrhiza glabra*).....VI 385
Régule d'antimoine.....III 172
Résines (généralités)..... V 286
— aldéhyde..... V 23
— antiar..... V 311
— de l'arbre à brai..... V 293
— bdellium..... V 311
— de bouleau..... V 311
— de cévadie..... V 311
— copal..... V 294
— de courbaril..... V 294
— cowdie ..... V 293
— de gaïac..... V 297
— de Gommard..... V 311
— icica ..... V 297
— de jalap..... V 299
— ladanum..... V 311
— laque..... V 295
— de la racine de rhubarbe..... V 300
— rouge d'indigo.....VI 482
— de xanthorrea hastilis..... V 309
Résinéine ..... V 291
Résinite ..... I 603
Résinone..... V 291
Respiration.....VI 166
Rétinaphte ..... V 291
Rétine.....VI 293
Rétinite..... II 311
Rétinole ..... V 291
Rétinyle..... V 291
Rhéine ..... V 534
Rhodéorétine.....VI 299
Rhodeorétinol..... V 300
Rhodium.....III 441
— (son dosage).....III 556
— (son équivalent)..... I 64
— (sa sépar. d'avec divers métaux).III 556
Rhododendron .....VI 489
Rhubarbe (*Rheum palmatum*).....VI 373
Rhubarbarine..... V 534
Rhum..... V 82
Ricin (*Ricinus communis*).....VI 325
Ricinolamide..... V 402
Ricinoléates ..... V 420

Digitized by Google

Tom. Pag.
Riz (*Oryza sativa*).....VI 509
Roccelline..... V 520
Rosage..... V 585
Rose (*Rosa*).....VI 496
Rouge..... V 570
— d'Andrinople..... V 571
— d'Angleterre..... II 445, V 609
— de Brésil..... V 573
— brun..... V 609
— cinchonique.....IV 318
— de Nuremberg..... V 605
— de Prusse..... V 605
Rouille..... II 443
Rouissage du lin..... V 558
Rubiacine..... V 532
Rubiane..... V 532
Rubis..... II 296
— artificiel..... II 296
— de Bohême..... II 375
— oriental..... II 297
— spinelle..... II 299
Ruffine.....IV 636
Rumicine.....VI 373
Ruthénium.....III 450
— (son dosage).....III 555
— (son équivalent)..... I 65
Rutile.....III 95

S

Sables calcaires.....VI 540
Saccharimétrie optique.....IV 600
Safran (*Crocus sativus*).....VI 495
— apéritif..... II 445
— bâtard.....VI 498
— de Mars (astringent)..... II 445
Safranine..... V 544
Safre.....III 26, V 616
Sagapénum..... V 302
Sagou.....IV 557
Salep.....IV 557
Salhydramide..... V 233
— tribromée..... V 233
— trichlorée..... V 233
Salicine..... V 224
Salicylamide..... V 244
Salicylates..... V 237
— d'amylène..... V 244
— de méthylène.....V 125, 240
— — (action de l'acide azotique sur le)..... V 242
— — (— du chlore sur le)..... V 242
— — bibromé..... V 242
— — bromé..... V 241
Salicyle..... V 231
Salicylide..... V 235
Salicylites (formules des)..... V 231
Saligénine..... V 227
Salin.....IV 597, V 81
Salirétine..... V 229
Salithol..... V 253
Salive..... VI 128

Tom. Pag.
Salive (méthode d'analyse de la)...VI 130
— (propriétés physiologiques et fonctions de la).....VI 134
Salpêtre..... II 110
— (essai)..... II 116
— (raffinage)..... II 116
Sandaraque..... V 292
Sang.....VI 95
— (analyse immédiate du).....VI 111
— (coagulation du).....VI 102
— (méthodes d'analyse du).....VI 106
— dans les maladies (modificat. du).VI 115
Sang-dragon..... V 300
Sanguinarine.....IV 401, 457
Sanguine..... II 498
Sanie.....VI 239
Santaline.....VI 420
Santonine (*Artemisia santonica*)...VI 497
Saphir..... II 297
— artificiel..... II 379
— blanc..... II 297
Saphirine..... I 606
Saponaire (*Saponaria officinalis*)...VI 379
Saponification..... V 347
— sulfurique..... V 406
Saponine.....IV 632
Sarcocolline.....IV 646
Sardoine..... I 606
Sarkosine.....VI 42
— (formules des principaux sels de) VI 43
Sarrasin (*Polygonum fagopyrum*)...VI 525
Sassafrol..... V 265
Sauge (*Salvia officinalis*).....VI 489
Saule blanc (*Salix alba*).....VI 422
Savons..... V 465
— (leur analyse)..... V 470
— fait avec l'acide oléique..... V 476
— de Marseille..... V 468
— nacré..... V 468
— de toilette..... V 468
— des verriers..... II 367
Scammonée..... V 303
Schéérérite..... V 341
Schlich.....III 134
Scille (*Scilla maritima*).....VI 364
Scillitine.....IV 646, VI 364
Sclérotique.....VI 293
Scoparine.....IV 646
Scorsonère (*Scorsonera hispanica*)..VI 409
Sébacamide..... V 376
Sébacates..... V 374
— de méthylène..... V 376
Sèche (encre de).....VI 236
— (os de).....VI 291
Secrétions cutanées.....VI 217
Seigle (*Secale cereale*).....VI 509
Sels (généralités)..... II 16
— (action des acides sur les)..... II 42
— (— de l'air sur les)..... II 34
— (— des bases sur les)..... II 44
— (— de la chaleur sur les)..... II 21

Digitized by Google

	Tom.	Pag.
Sels (action de l'eau sur les)	II	34
— (— de l'électricité sur les)	II	22
— (— mutuelle des)	II	45
— (combinaisons avec l'eau)	II	52
— (nomenclature des)	I	9
— (propriétés générales, caractères distinctifs et préparation des principaux genres de)	II	55
— (propriétés physiques des)	II	21
— (solubilité des)	II	37
— (d'alumine (caract. distinctifs)	II	299
— ammoniacaux (car. distinct.)	II	209
— ammoniacobaltiques	III	27
— — suroxygénés	III	27
— ammoniés	II	232
— d'antimoine (car. distinct. des)	III	159
— d'argent (caract. distinctifs des)	III	312
— de baryte (— — —)	II	241
— de bismuth (— — —)	III	140
— de cadmium (— — —)	III	61
— de cérium	II	327
— de chaux (caract. distinct. des)	II	257
— de chrôme (— — —)	II	560, 561
— de cinchonine	IV	408, 409
— de cobalt (caract. distinct. des)	III	18
— — — (act. de l'ammoniaque)	III	27
— de codéine	IV	395
— de cuivre (car. dist. des)	III	181, 182
— de Derosne	IV	396
— de didyme	II	327, 331
— de diplatinammine	III	410
— de diplatosammine	III	410
— d'Epsom	II	287
— d'erbine	II	325
— d'étain	III	79
— — (caract. distinct. des)	III	76, 77
— d'éthyliaque	IV	475
— de fer (caract. dist.)	II	452, 454
— de fuscobaltiaque	III	28
— fusible de l'urine	II	227
— gemme	II	158
— — (extraction)	II	162
— de Glauber	II	173
— de glucine (caract. dist. des)	II	317
— de guanine (formule des princ.)	IV	485
— haloïdes	II	16
— d'iridium (caract. distinct. des)	III	436
— de lanthane	II	330
— de lithine	II	236
— — (caractères distinctifs des)	II	235
— de lutéocobaltiaque	III	28
— de magnésie (car. distinct. des)	II	284
— de manganèse (— — —)	II	423, 425
— marin	II	158
— — (son emploi en agriculture)	VI	587
— de mercure (car. dist. des)	III	269, 270
— de méthyliaque	IV	480
— microcosmique	II	227
— de molybdène (car. dist. des)	III	250
— de morphine	IV	391
— de narcotine	IV	398
— de nickel (car. distinct. des)	III	4
Sel de nitre	II	110
— d'oseille	IV	128
— d'osmium	III	432
— — (caractères distinctifs des)	III	431
— d'oxycobaltiaque	III	28
— de palladium (protoxyde)	III	446
— de phosphore	II	227
— de platinammine	III	410
— de platine (car. dist. des)	III	414, 415
— — — (formés avec le protoxyde par les oxacides)	III	422
— — — (bioxyde bi-ammoniacal)	III	405
— — — (oxychlorure bi-ammon.)	III	406
— de platosammine	III	410
— de plomb (caract. distinct. des)	III	111
— de potasse (— — —)	II	96
— de quinine	IV	403
— rouge de Gmelin	II	471
— de roséocobaltiaque	III	28
— de Saturne	IV	161
— sédatif de Homberg	I	589
— de Sedlitz	II	288
— de Seignette	IV	209
— de la série thionique	II	74
— de rhodium, sesquioxyde (caract. distinct. des)	III	442
— de soude (— — —)	II	158
— de strontiane (— — —)	II	249
— sulfazotés	II	150
— de tartre	II	130
— de terbine	II	325
— d'uranium (car. distinct. des)	III	232
— — (formules)	III	234, 235
— de tétréthylammonium (form.)	IV	477
— de thorine	II	323
— de titane (car. distinct. des)	III	96
— d'urée	VI	5
— de vanadium, bioxyde (caractères distinctifs)	III	256
— volatil d'Angleterre	II	223
— d'yttria	II	325
— de zinc (car. distinct. des)	III	38
— de zircone	II	321
Sélénaldine	IV	472, V 27
Sélénéthyle	V	60
Séléniates (caract. génériques des)	II	75
Sélénicyanure de potassium	II	104
Sélénites (caract. génériques des)	II	76
Sélénium	I	429
— (ses comb. avec le brôme et l'iode)	I	435
— (— — — le fluor)	I	431
— (— — — l'oxygène)	I	431
— (son équivalent)	I	43
— (son dosage)	III	560
Séléniures (généralités sur les)	II	64
— d'arsenic	I	513
— de cacodyle	IV	192
— de carbone	I	582
— de stibéthyle	V	37
— de tellure	I	442
Semen-contra	VI	497
Semibenzidame	IV	465, V 194

Digitized by Google

Tom. Pag.
Séminaphtalidame ..... V 336
Séné (*Cassia sena*) ..... VI 488
Sépéérine ..... IV 417
Sépia ..... V 613
Série phénique ..... V 245
— thionique ..... I 40
Séroline ..... VI 104
Serpentaire de Virginie (*Aristolochia serpentaria*) ..... VI 372
Serpentarine ..... VI 372
Serpentine ..... II 294
Sérum du chyle ..... VI 163
— du sang ..... VI 103
— — (compos. élémentaire du) .. VI 108
Sésamoïdes ..... VI 259
Sesquiazotate de bioxyde de platine bi-ammoniacal ..... III 406
Sesquicarbonate d'ammoniaque .... II 223
— de potasse ..... II 135
— de soude ..... II 190
Sesquichlorure de carbone ... I 568, V 55
— de chrôme ..... II 502
— de fer ..... III 456
— d'iridium ..... II 437
— de manganèse ..... III 427
— de ruthénium ..... III 495
— de titane ..... II 78
Sesquicyanure de chrôme ..... II 568
— de fer ..... III 451
— de platine ..... II 420
Sesquioxyde de cérium ..... II 328
— de chrôme ..... II 550
— de cobalt ..... III 17
— de fer ..... II 445
— d'iridium ..... III 435
— de manganèse ..... II 416
— de nickel ..... III 3
— d'osmium ..... III 428
— de rhodium ..... III 442
— de ruthénium ..... III 451
— de titane ..... III 93
Sesquisulfure de chrôme ..... II 568
— de cobalt ..... III 22
— d'étain ..... III 84
— de fer ..... II 481
— de ruthénium ..... III 451
Sève ..... VI 304
— (extraction de la) ..... VI 312
Sèvres (vieux) ..... II 397
Silex meulière ..... I 608
— pyromaque ..... I 607
Silicates (généralités) ..... II 84
— d'alumine ..... II 309
— de chaux ..... II 290
— de cobalt ..... III 26
— de cuivre ..... III 202
— de fer ..... II 494
— de magnésie ..... II 294
— de manganèse ..... II 433
— de plomb ..... III 129
— de potasse ..... II 147
— de soude ..... II 198
Silice ..... I 597
— anhydre ..... I 598
— hydratée ..... I 601
Silicium ..... I 595
— (sa combinais. avec le carbone). I 616
— (son dosage) ..... III 563
— (son équivalent) ..... I 46
Siliciure de fer ..... II 485
— de manganèse ..... II 430
Sillimanite ..... II 309
Similor ..... III 203
Sinapine ..... V 284
Sinapisine ..... V 284
Sinapoline ..... V 282
Sinkaline ..... V 284
Sinnamine ..... IV 472, V 280
Sirop de fécule (fabrication du) .... IV 569
Smalt ..... III 26, V 816
Smilacine ..... IV 647
Smithsoanite ..... III 46
Sodium ..... II 156
— (alliages de) ..... II 201
— (combinaison avec l'oxygène) ... II 157
— (son dosage) ..... III 512
— (son équivalent) ..... I 44
— et potassium (leur séparation) .. III 514
Soie ..... VI 241
— (cuite de la) ..... V 560
Sols (analyses chimiques des) ..... VI 558
— (composition de divers) ..... VI 558
— (étude du) ..... VI 534
— (propriétés physiques) ..... VI 544
— argileux ..... VI 538, 561
— calcaires ..... VI 540, 565
— humifères ..... VI 541, 567
— magnésiens ..... VI 541, 567
— sablonneux ..... VI 536
Solanine ..... IV 411
Solanum pseudoquina ..... VI 435
Solfatares ..... I 377
Sorbine ..... IV 656
Souchet alimentaire (*Cyperus esculent.*) VI 361
Souci (*Calendula officinalis*) ..... VI 467
Soude ..... II 152
— (sa combinaison avec l'oxyde de tungstène) ..... III 239
— (son dosage) ..... IV 79
— à l'alcool ..... II 157
— à la chaux ..... II 157
— du commerce ..... II 185
Soudure des plombiers ..... III 131
Soufrage des étoffes ..... V 585
Soufre ..... I 374
— (ses combin. avec le brôme) ... I 428
— (— — le chlore) ..... I 423
— (— — le fluor) ..... I 428
— (— — l'hydrogène) ..... I 413
— (— — l'iode ..... I 428
— (— — l'oxygène) ..... I 380
— (son dosage) ..... III 559, IV 75
— (son emploi dans les recherches de chimie organique) ..... IV 13

Digitized by Google

Tom. Pag.
Soufre (son équivalent)..... I 42
— doré d'antimoine.....III 165
Sous-oxyde d'antimoine.....III 149
— d'argent.....III 309
— de bismuth.....III 138
— de plomb.....III 104
— de potassium.....II 90
— d'uranium.....III 230
— de zinc.....III 36
Sous-résines.....V 292
Sous-sulfure d'arsenic.....I 511
— de bismuth.....III 143
— de fer.....II 480
— de phosphore.....I 488
Spaniolithmine.....V 525
Spartéine.....IV 457
Spath-fluor.....II 260
— d'Islande.....II 277
— pesant.....II 249
Speiss.....III 12
Spermaceti.....V 459
Spermatine.....VI 216
Sperme.....VI 219
Sphène.....III 101
Spigélie (*Spigelia marylandica*)....VI 398
Spinelle.....II 299
Spiréine.....V 544
Spodumène.....II 235
Stalactites et stalagmites.....II 279
Stanméthyle.....V 112
Stannates.....III 73
Stannéthyle.....V 37
Staurotide.....II 309
Stéarates.....V 352
— de méthylène.....V 357
Stéarérine.....V 219
Stéarine.....V 346
Stéatite.....II 294
Stibéthyle.....V 36
Stibéthylium.....V 37
Stibméthyle.....V 111
Stibméthylium.....V 37
Stilbène.....V 175
Stramoine (*Datura stramonium*)...VI 465
Strass.....II 378
Strontiane.....II 248
Strontiane (son dosage).....IV 79
— carbonatée.....II 252
— sulfatée.....II 251, 269
Strontianite.....II 252
Strontium.....II 248
— (son dosage).....III 516
— (son équivalent).....I 44
— (sa séparation d'avec les alcalis et le baryum).....III 517
— (sa séparation d'avec le calcium).III 518
Strychnine.....IV 411
Stuc.....II 271
Styracine.....V 308
Styral.....V 308
Styrax liquide.....V 308
Styrone.....V 308

Tom. Pag.
Subéramide.....V 379
Subéraniline.....V 378
Subérates.....V 379
— de méthylène.....V 380
Subérine.....V 487
Subérone.....V 378
Sublimé corrosif.....III 273
Substances antiseptiques..IV 41, VI 300
— cornée.....VI 247
— organiques.....IV 3
— — (leur analyse).....IV 48
— — (détermination de leur équivalent).....IV 82
— vitellines.....VI 78
Substitutions.....IV 15, 18
Suc d'aloès.....V 543
— gastrique.....VI 136
— gommeux.....VI 312
— intestinal.....VI 154
— laiteux (analyse de divers).....VI 308
— pancréatique.....VI 149
— résineux.....VI 312
Succin.....V 296
Succinamide.....V 388
Succinates.....V 382
— de méthylène.....V 392
Succinone.....V 384
Succitérène.....V 296
Sucrate de chaux.....II 254, IV 72
Sucres.....IV 564
— (action de l'acide azotique sur le)IV 578
— (— de la chaleur).....IV 576
— (fabrication).....IV 584
— (raffinage).....IV 593
— d'amidon.....IV 566
— de betterave (fabrication).....IV 586
— brut (analyse).....IV 612
— candi.....VI 596
— de canne.....IV 573
— — (fabrication).....IV 590
— de chiffon.....IV 570
— de diabète.....IV 571
— d'érable.....IV 592
— d'eucalyptus.....IV 660
— de gélatine.....VI 85
— incristallisable.....IV 571
— de lait.....IV 564
— de miel.....IV 571
— d'orge.....IV 577, 596
— de pomme.....IV 596
— de raisin.....IV 566
— de réglisse.....IV 636
— de sirop.....IV 574
Sueur.....VI 218
Suif.....V 438
— de piney.....V 437
Suint.....VI 218
Sulfacétates.....IV 175
Sulfaméthylane.....V 121
Sulfamide.....II 228
Sulfamylates (formules des).....V 134
Sulfaniscolide.....V 216

Digitized by Google

Tom. Pag.
Sulfasatanite d'ammoniaque..... V 510
Sulfatage..... VI 503
Sulfatammon..... II 229
Sulfates (généralités sur les)..... II 71
— d'alumine..... II 301
— d'ammoniaque..... II 229
— d'antimoine..... III 168
— d'argent..... III 324
— de baryte..... II 245, V 602
— de benzidine..... V 194
— de bismuth..... III 144
— de bismuthéthyle..... V 38
— de cacodyle..... IV 193
— de cacoplatyle..... IV 188
— de cadmium..... III 64
— de carbyle..... V 48
— de cérium..... II 329
— de chaux..... II 269, V 602
— de chrôme..... II 569
— de cobalt..... III 23
— de cuivre..... III 193, 194
— de didyme..... II 334
— d'étain (protoxyde)..... III 86
— d'éthyliaque..... IV 476
— de fer..... II 486
— de glucine..... II 318
— d'indigo..... V 502
— d'iridium (bioxyde)..... III 439
— de lanthane..... II 331
— de magnésie..... II 287
— de manganèse..... II 430, 432
— de mercure..... III 292
— de mercuréthyle..... V 38
— mésitique..... IV 177
— de méthylène..... V 121
— de morphine..... IV 392
— de nickel..... III 9
— d'oxychlorure de platine bi-ammoniacal..... III 407
— de platine..... III 423
— — ammoniacal (protoxyde)..... III 402
— — bi ammoniacal (—)..... III 403
— de plomb..... III 122
— de plombéthyle..... V 37
— de potasse..... II 128
— de palladium..... III 449
— de quinine..... IV 404
— de soude..... II 173
— de stibéthyle..... V 37
— de strontiane..... II 251
— d'urée..... VI 6
— de zinc..... III 44
Sulfaurate de sodium..... III 377
Sulféthamate d'ammoniaque..... V 62
Sulfhydrate d'ammoniaque..... II 216
— d'azobenzoïde..... V 176
— de carbacétine..... IV 178
— de carvol..... V 271
— d'éthyliaque..... IV 476
— de méthylène..... V 118
— de sulfures (généralités sur les). II 63
— — d'ammonium..... II 215

Tom. Pag.
Sulfhydrate de sulfures d'éthyle... V 58
— — de potassium..... II 106
— de thiosalicol bibromé..... V 234
Sulfide d'alphène..... I 638
— d'argène..... I 638
— de lucène..... I 638
— de mélène..... I 637
— de phaïene..... I 637
— de phalène..... I 638
— de phélène..... I 638
— de xanthène..... I 637
— de xuthène..... I 637
Sulfisathyde..... V 510
Sulfites (généralités)..... II 72
— d'ammoniaque anhydre..... II 230
— — et de bichlorure de mercure..III 295
— d'argent..... III 325
— de camphre..... V 259
— de chaux..... II 274
— de cuivre..... III 179
— de fer (protoxyde)..... II 491
— de mercure..... III 294
— de perchlorure de carbone..... I 578
— de potasse..... II 130
— — (son action sur l'aurate de potasse)..... III 368
— de protochlorure de carbone.... I 580
— de soude..... II 179
— de zinc..... III 46
Sulfo-antimoniates..... III 165
Sulfobenzidilamide..... V 195
Sulfobenzine..... V 194
Sulfobenzoates..... V 198
Sulfobenzoïne..... V 175
Sulfobenzol..... V 177
Sulfocacodylates..... IV 192
Sulfocarbamide naphtalidamique .. V 336
Sulfocarbanilide..... IV 460
Sulfocarbonate de potassium..... II 109
Sulfocyanates de sulfures métalliques..... I 635
Sulfocyanhydrate d'ammoniaque hydrosulfuré..... II 214
— d'amylène..... V 138
Sulfocyanogène..... I 636
Sulfocyanures..... I 635
— de benzoïle..... V 176
— de potassium..... II 104
Sulfoéthylolates (formules des).... V 59
Sulfomannitates..... IV 655
Sulfomorphide..... IV 392
Sulfonaphtalates..... V 338
Sulfonaphtalidamates..... V 334
Sulfonaphtalide..... V 339
Sulfonaphtaline..... V 339
Sulfonarcotide..... IV 398
Sulfophosphate de protosulfure de cuivre..... I 490
— de deuto-iodure de cuivre..... I 490
Sulfosels..... I 575
— ammoniacaux..... II 218
Sulfosinnapate de potasse..... V 278

Digitized by Google

Tom. Pag.
Sulfosuccinates (formules des)..... V 392
Sulfovinates..... V 47
Sulfoxyarséniates..... II 154
Sulfures (généralités)..... II 60
— leur emploi dans les recherches de chimie organique)..... IV 25
— d'acétyle..... IV 169
— d'allyle..... V 285
— d'aluminium..... II 301
— d'antimoine..... III 162
— d'argent..... III 318
— d'arséniotriéthyle..... V 37
— de baryum..... II 243
— de bismuth..... III 143
— de bismuthéthyle..... V 38
— de bore..... I 594
— de cacodyle..... IV 190
— de cadmium..... III 63
— de carbone..... I 574
— de cétyle..... V 462
— d'étain..... III 83
— de fer..... II 480
— de glucinium..... II 318
— d'iridium..... III 439
— de lanthane..... II 330
— de magnésium..... II 286
— de manganèse..... II 429
— de mercure..... III 286
— de mercuréthyle..... V 38
— de mercurméthyle..... V 113
— de molybdène..... III 251
— de nickel..... III 8
— d'or..... III 376
— d'osmium..... III 432
— de platine..... III 421
— de plomb..... III 117
— de potassium..... II 114
— de silicium..... I 614
— de sodium..... II 171
— de stibéthyle..... V 37
— de strontium..... II 250
— de tungstène..... III 244
— de tantale..... III 260
— de vanadium..... III 257
— de zinc..... III 42
Suppuration..... VI 299
Synaptase..... V 199
Synovie..... VI 219
Syringine..... IV 647

T

Tabac..... IV 418
— (*Nicotiana tabacum*)..... VI 491
— (sa culture)..... IV 419
— (son examen chimique)..... IV 421
— (sa fabrication)..... IV 436
— à fumer (— —)..... IV 444
— à priser (— —)..... IV 437
Talc..... II 294
Tanaisie (*Tanacetum*)..... VI 465
Tangue..... VI 581
Tanguine..... IV 647

Tom. Pag.
Tannage..... IV 313
Tannates..... IV 301
Tannins..... IV 298
— du cachou..... IV 314
— du café..... IV 316
— du chêne..... IV 317
— de la noix de galle..... IV 299
— du *Morus tinctoria*..... IV 316
Tantale..... III 259
— (son dosage)..... III 550
— (son équivalent)..... I 62
— (sa séparation d'avec divers métaux)..... III 246, 550
Tantalite..... III 259
Tapioca..... IV 556
Taraxacine..... IV 647
Tartramate d'ammoniaque..... IV 231
Tartramide..... IV 231
Tartrates..... IV 206
— de méthylène..... V 124
Tartre cru..... IV 208
— des dents..... VI 132
— martial soluble..... IV 214
— stibié..... IV 217
Tartro-arséniate de potasse..... IV 221
Tartro-arsénites..... IV 221
Tartro-borate..... IV 220
Tartronate d'argent..... IV 230
Taurine..... VI 54
Teinture..... V 567
— (couleurs employées en)..... V 595
— (traitem. des subst. destin. à la). V 558
Télérythrine..... V 519
Tellurates (généralités)..... II 76
Tellure..... I 430
— (ses combinais. avec le brôme). I 440
— (ses combin. avec le chlore)..... I 440
— (— — — le fluor)..... I 441
— (— — — l'iode)..... I 441
— (son dosage)..... III 561
— (son équivalent)..... I 43
Telluréthyle..... V 61
Tellurites (généralités)..... II 77
Tellurures (généralités)..... II 64
Tendons..... VI 259
Terbium..... II 324
— (son dosage)..... III 523
— (son équivalent)..... I 51
Terbine..... II 324
Térébène..... V 159
Térébenthines..... V 288
— ordinaire..... V 289
Térébilène..... V 160
Téropiammon..... IV 396
Terpinol..... V 161
Terres (propriétés physiques des)... VI 544
— amère..... II 283
— arable..... VI 534
— de bruyère..... VI 538
— de Cologne..... V 613
— cuite..... II 390
— foliée minérale..... IV 158

Digitized by Google

Tom. Pag.
Terre foliée de tartre.....IV 156
— forte.....VI 539
— à foulon.....II 314
— franche.....VI 539
— d'ombre.....II 314, V 613
— rouge.....V 605
— de Sienne.....V 613
— de Vérone.....V 618
Terreau.....VI 541
Tests des crustacés.....VI 288
— — — (matière colorante des)..VI 289
Tétrathionates (généralités).....II 75
Tétréthylurée.....VI 10
Thaccétone.....IV 178
Thé (*Thea sinensis*).....VI 473
Thébaïne.....IV 400
Théine.....IV 447, VI 474
Thénardite.....II 179
Théobromine.....IV 449
Thérytine.....IV 178
Thialdine.....IV 472, V 26
Thianisol.....V 210
Thiocinnol.....V 201
Thiocuminol.....V 216
Thiofurfol.....V 257
Thionessale.....V 175
Thiosalicol.....V 233
Thiosinnamine.....V 279
Thorine.....II 322
Thorite.....II 322
Thorium ou thorinium.....II 322
— (son dosage).....III 523
— (son équivalent).....I 51
— (sa séparation d'avec divers métaux).....III 523
Thymène.....V 271
Thymoïle.....V 272
Thymoïlol.....V 272
Thymol.....V 271
Tiges (études des principales).....VI 411
Tissu réticulaire.....VI 242
— cellulaire.....VI 251
Titanates.....III 96
Titane.....III 92
— (ses comb. avec l'oxygène).....III 92
— (son équivalent).....I 56
— (sa sépar. d'avec divers métaux).III 539
Titanite.....III 101
Titre pondéral d'une potasse.....II 137
— — d'une soude.....II 139
Toile d'araignée.....VI 241
Tôle.....II 525
Tolène.....V 306
Toluidine.....IV 473, V 307
Topaze artificielle.....II 378
— orientale.....II 297
— enfumée.....I 606
— (fausse).....I 606
Topinambour (*Helianth. tuberosus*)..VI 407
— (alcool de).....V 84
Tormentille (*Tormentilla erecta*)...VI 384
Touchau.....III 382
Tourbe.....IV 510
Tourmaline apyre.....II 235
Tournesol.....V 514, 525
Treaz.....VI 581
Trèfle (*Trifolium*).....VI 460
Tremble (*Populus tremula*).....VI 422
Trez.....VI 581
Triamyliaque.....IV 482
Tributyrine.....V 458
Tribromomésitilène.....IV 178
Tricétyliaque.....IV 483
Trichloracétates.....IV 172
Trichloracétonitrile.....IV 172
Trichloromésitilène.....IV 178
Trichromate de potasse.....II 559
Triéthyliaque.....IV 716
Trimargarine.....V 365
Triméthyliaque.....IV 480
Trinitro-mésitilène.....IV 178
Trioléine.....V 371
Tripalmitine.....V 427
Triphane.....II 310
Tripoli.....I 607
Tristéarine.....V 359
Trithionates (généralités).....II 75
Tritoxyde d'iridium.....III 436
Trisulfure d'arsenic.....I 312
— de phosphore.....I 491
— de sélénium.....I 435
— de tellure.....I 442
— de vanadium.....III 257
Tufs ponceux.....VI 537
Tuiles.....II 391
Tungstates.....III 240
Tungstène.....III 238
— (son dosage).....III 547
— (son équivalent).....I 60
— (sa sépar. d'avec divers métaux).III 547
Turbith ammoniacal.....III 293
— minéral.....III 293
Tuties.....III 51
Tyrosine.....VI 73

U

Ulmate d'ulmine.....IV 518
Uramyle.....VI 23
Uranium.....III 229
— (ses combinais. avec l'oxygène).III 229
— (son dosage).....III 545, IV 80
— (son équivalent).....I 58
— (sa sépar. d'avec divers métaux).III 546
Uranite d'Autun.....III 236
Uranyle.....III 232
Urates.....VI 14
Urée.....VI 2
— acétique.....V 125
— anilamique.....V 197
— composées.....VI 6
— métacétique.....V 75
Uréthane.....V 69
Urine.....VI 175

Digitized by Google

Tom. Pag.
Urine (dosage des matières qu'elle contient) ..... VI 178
— (mucus de l') ..... VI 221
— diabétique ..... VI 184
— à l'état pathologique ..... VI 182

V

Valéracétonitrile ..... VI 84
Valéral ..... V 134, 145
Valéramide ..... V 144
Valérianates ..... V 144
— d'amylène ..... V 143
Valériane (*Valeriana officinalis*) ... VI 406
Valérol ..... V 272, VI 406
Valérone ..... V 134
Valéronitrile ..... V 144
Vanadites ..... III 255
Vanadium ..... III 253
— (ses combin. avec l'oxygène) .... III 255
— (ses composés) ..... III 257
— (son dosage) ..... III 549
— (son équivalent) ..... I 61
— (sa sépar. d'avec divers métaux. III 549
Vapeurs (considérations générales sur la densité des) ..... III 614
— nitreuses ..... I 291
Variolaire (*Variolaria dealbata*) .... VI 442
Végétation (phénomènes chim. de la) VI 313
Venin de la vipère ..... VI 236
Vératrine ..... IV 457
Verdet ..... IV 164, V 619
Vermeil ..... III 381
Vermillon ..... III 288, V 611
Vernis ..... V 312
— pour les poteries ..... II 384
Verre ..... II 360
— (analyse du) ..... II 364
— (composition des principaux) ... II 363
— (fabrication) ..... II 366
— d'antimoine ..... III 167
— de Bohême ..... II 357
— à bouteilles ..... II 370
— colorés ..... II 374
— à glaces ..... II 369
— filigranés ..... II 377
— à pivette ..... II 371
— de Venise ..... II 377
— à vitres ..... II 368
Vert de chrôme ..... V 619
— dragon ..... V 580
— d'eau ..... V 619
— de gris ..... III 175, IV 164, V 619
— minéral ..... III 199
— de Saxe ..... V 580
— de Schéele ..... III 201, V 620
— de Schweinfurt. III 201, IV 165, V 620
Vesces (*Vicia sativa*) ..... VI 461
Vins (analyse) ..... V 92
— (fabrication) ..... V 85

Tom. Pag.
Vin (maladies du) ..... V 96
— blanc (fabrication) ..... V 86
— de liqueur ..... V 90
— mousseux ..... V 89
— rouge ..... V 88
Vinaigre ..... IV 151
Violet ..... V 579
Vitelline ..... VI 228
Vitriol bleu ..... III 194
— blanc ..... III 45
— vert ..... II 486
Volcan de Lémery ..... II 481

W

Wagnérite ..... II 293
Whisky ..... V 82
Withérite ..... II 247
Wolfram ..... III 242

X

Xanthamilate de plomb ..... V 136
Xanthéine ..... V 549
Xanthine ..... V 548, VI 27
Xanthopicrite ..... IV 647
Xanthorhammine ..... V 538
Xanthoxyline ..... IV 647
Xylite ..... V 106
Xyloïdine ..... IV 545

Y

Yttria ..... II 324
Yttriotantalite ..... III 259
Yttrium ..... II 324
— (son dosage) ..... III 523
— son équivalent ..... I 51
— (sa sépar. d'avec divers métaux). III 524

Z

Zédoaire (*Amomum zedoaria*) ..... VI 368
Zinc ..... III 33
— (ses alliages avec le cuivre) .... III 203
— (ses comb. avec l'oxygène) ..... III 36
— (son dosage) ..... III 535, IV 80
— (son équivalent) ..... I 54
— (essai des minerais de) ..... III 56
— (extraction) ..... III 51
— (sa sépar. d'avec divers métaux). III 336
— (fleurs de) ..... III 36
Zincage du cuivre et du laiton .... III 212
Zinc amyle ..... V 134
Zinc-éthyle ..... V 35
Zinc-méthyle ..... V 111
Zinconite ..... III 46
Zircon ..... II 319
Zircone ..... II 319
Zirconium ..... II 319
— (son dosage) ..... III 522
— (son équivalent) ..... I 51
— (sa sépar. d'avec divers métaux). III 523

FIN DE LA TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google